



**HAL**  
open science

# Conscience, cognition et choix alimentaires : Regards croisés entre psychologie et sciences de l'alimentation

Stephanie Chambaron

► **To cite this version:**

Stephanie Chambaron. Conscience, cognition et choix alimentaires : Regards croisés entre psychologie et sciences de l'alimentation. Alimentation et Nutrition. Université de Bourgogne Franche-Comté, 2017. tel-03230104

**HAL Id: tel-03230104**

**<https://hal.inrae.fr/tel-03230104>**

Submitted on 19 May 2021

**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.

# CONSCIENCE, COGNITION ET CHOIX ALIMENTAIRES

## REGARDS CROISES ENTRE PSYCHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ALIMENTATION

### MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DE L'HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Présentée par

**STEPHANIE CHAMBARON-GINHAC**

Equipe « Déterminants du comportement alimentaire au cours de la vie, relations avec la santé » – Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation – UMR CNRS 6265, UMR INRA 1324, Université de Bourgogne Franche-Comté

SOUTENUE LE 14 SEPTEMBRE 2017 DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

#### **RAPPORTEURS**

ARNAUD AUBERT	UNIVERSITE DE TOURS, LABORATOIRE DE PSYCHOLOGIE DES AGES DE LA VIE
JEAN MARIE BONNY	INRA, AGRORESONANCE
OLIVIER CORNEILLE	UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN, PSP-IPSY

#### **EXAMINATEURS**

GAËLLE ARVISENET	AGROSUP, CENTRE DES SCIENCES DU GOUT ET DE L'ALIMENTATION
JEAN DALLONGEVILLE	INSERM, INSTITUT PASTEUR LILLE
SOPHIE NICKLAUS	INRA, CENTRE DES SCIENCES DU GOUT ET DE L'ALIMENTATION
ROLAND SALESSE	INRA, UNITE DE NEUROBIOLOGIE DE L'OLFACTION





# TABLE DES MATIERES

---

REMERCIEMENTS	5
PREAMBULE	11
<b>CURRICULUM VITAE</b>	<b>13</b>
<b>PUBLICATIONS</b>	<b>27</b>
LISTE DES PUBLICATIONS	29
<b>ACTIVITES DE RECHERCHE</b>	<b>39</b>
INTRODUCTION	41
SYNTHESE D'UNE DECENNIE DE RECHERCHE	45
TRAVAUX INITIAUX EN APPRENTISSAGE IMPLICITE (2002 – 2005)	45

EXTENSION A L'ETUDE DU ROLE DE LA CONSCIENCE (2006 – 2010)	47
TRAVAUX ACTUELS : CONSCIENCE, COGNITION ET CHOIX ALIMENTAIRES (2010 – ...)	49
<b>CONSCIENCE, COGNITION ET CHOIX ALIMENTAIRES</b>	<b>51</b>
INTRODUCTION	51
VOLET 1 – TRAVAUX CHEZ L'ADULTE : CHOIX ALIMENTAIRES, CONSCIENCE ET COGNITION	56
VOLET 2 – TRAVAUX CHEZ L'ENFANT : MESURE DU PLAISIR, ATTITUDES ET AMORÇAGE	70
VOLET 3 – ETUDE DES BASES NEURALES DE LA CONSCIENCE OLFACTIVE (2016- ....)	75
VOLET 4 – APPROCHE PSYCHO-SENSORIELLE POUR L'ETUDE DES FREINS ET DES LEVIERS A LA CONSOMMATION DES LEGUMINEUSES	81
<b><u>REFLEXIONS SUR LES ACTIVITES DE RECHERCHE ET PERSPECTIVES</u></b>	<b>87</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>89</b>
<b>PERSPECTIVES</b>	<b>93</b>
A COURT TERME – ETUDES COMPORTEMENTALES	93
A MOYEN TERME – ETUDES ELECTROPHYSIOLOGIQUES	98
A LONG TERME – ETUDES EN IMAGERIE CEREBRALE (IRMf)	100
<b>CONCLUSION</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>105</b>



# REMERCIEMENTS

---

J'ai décidé de rédiger la partie des remerciements tout à la fin de mon processus de rédaction car je pensais que cela serait facile. Face à cette page blanche, je m'aperçois que j'ai bien du mal à commencer car je ne sais pas par « qui » commencer ... J'ai envie de remercier plein de gens ! Il s'est passé énormément de choses depuis mon doctorat, mon post-doctorat et mon recrutement à l'INRA. Tellement de gens ont croisé ma route scientifique me permettant de m'enrichir et de prendre de la hauteur. J'espère que j'arriverai, au travers de ces quelques pages, à trouver un petit mot pour chacun.

Tout d'abord, je voudrais remercier l'ensemble des membres de mon jury. Je ne vous connais pas vraiment -pour certains même je ne vous connais pas du tout et c'est le jour de ma soutenance que nous allons faire connaissance - mais sachez que je m'intéresse et que j'apprécie vos travaux, vos points de vue théoriques et c'est pourquoi, j'ai souhaité vous demander de faire partie de mon jury. Je suis

vraiment honorée que vous ayez tous acceptés.

**Arnaud AUBERT** : c'est après avoir assisté à une de vos conférences lors du congrès Olfaction et Perspectives, à Paris en mars 2017, que je me suis dit « c'est vraiment intéressant ce qu'il fait ! J'aimerais bien discuter avec lui ... ». Quelques mois plus tard, je vous adressais un e-mail pour vous présenter mes travaux de recherche et savoir si vous accepteriez d'être rapporteur de mon HDR. « Emotion, plaisir et bien être » sont trois de vos mots clés et j'espère que « odeurs, alimentation et comportement » pourront leur faire écho. Je suis ravie qu'un scientifique venant du domaine de la Psychologie et des Neurosciences porte un regard intéressé sur l'alimentation.

**Jean Marie BONNY** : nous ne nous connaissons pas encore. Je vous ai contacté par téléphone pour vous faire part de mes recherches et de l'intérêt que je porte à vos travaux sur l'imagerie. J'ai commencé à élargir mes travaux au niveau comportemental vers les neurosciences cognitives et je suis ravie de pouvoir avoir votre regard et vos réflexions d'expert sur mon sujet. Pour l'instant, l'Auvergne et l'INRA sont nos deux points d'accroche et j'espère que nous pourrions trouver des points d'ancrage scientifiques pour poursuivre les échanges au-delà de l'HDR.

**Olivier CORNEILLE** : j'ai fait ta connaissance grâce à Olivier KLEIN et Axel CLEEREMANS. Lorsque je t'ai contacté pour te demander de faire partie de mon jury, tu as accepté immédiatement avec un enthousiasme et une bienveillance qui m'ont vraiment beaucoup touchée. Tu sais à quel point les liens, tant personnels que scientifiques, avec la Belgique sont importants pour moi. J'espère qu'un jour nous arriverons à concrétiser nos échanges par un encadrement de thèse ou un post-doc entre nos deux laboratoires.

**Gaëlle ARVISENET** : voilà maintenant un peu plus d'une année que nous avons commencé à travailler ensemble sur la problématique concernant les légumineuses. D'emblée, j'ai apprécié ton ouverture d'esprit, ton calme et ta gentillesse. C'est toujours un plaisir de travailler avec toi et je suis vraiment ravie que tu aies répondu positivement lorsque je t'ai demandé de faire partie de mon jury. Nous avons de beaux projets à réaliser et à étendre.

**Jean DALLONGEVILLE** : pour être honnête, je ne vous connais qu'en tant que Chef de notre département Alimentation Humaine et je ne connais que trop peu vos travaux d'épidémiologiste. J'étais un peu fébrile lorsque je vous ai demandé de participer à mon jury mais votre réponse rapide et positive m'a vraiment fait plaisir. Je suis heureuse de constater que depuis 7 ans, il y a de plus en plus d'intérêt à vouloir croiser et intégrer les recherches venant de la psychologie dans le champ des sciences de l'alimentation. Je vous remercie pour l'intérêt que vous portez à mes travaux.

**Sophie NICKLAUS** : depuis mon arrivée dans l'équipe, j'admire les travaux que tu réalises chez l'enfant et la force de travail dont tu fais preuve. Je te remercie de

m'avoir fait confiance, il y a trois ans, en m'impliquant dans ton projet ANR. C'était un challenge pour moi et j'ai pris beaucoup de plaisir à y participer. Depuis Janvier 2017, tu as pris la responsabilité de notre équipe et tu as su me laisser faire « ma place ». Je te remercie d'être là lorsque j'ai besoin d'un conseil, d'un avis et de m'aider à prendre du recul. L'année qui vient de s'écouler a été riche scientifiquement pour moi et c'est aussi en partie grâce à toi car lorsque l'on se sent bien, on veut faire bien. Surtout, je ne dois pas oublier de te dire merci pour avoir installé un « coin café » et nous avoir acheté une cafetière !

**Roland SALESSE** : s'il y a des rencontres scientifiques qui sont marquantes, ma rencontre avec vous en fait partie ! J'ai assisté à une de vos conférences à Paris, il y a de cela quatre ans. J'ai tout de suite été impressionnée par l'ensemble de vos connaissances et par l'humilité que vous dégagiez. Je me suis donc empressée d'acheter votre livre « faut-il sentir bon pour séduire ? ». C'est lors d'une nouvelle conférence scientifique à Dijon que je suis venue à votre rencontre. Nous avons alors longuement discuté et vous avez fait preuve d'une bienveillance et d'un intérêt surprenant pour mes travaux de jeune chercheuse qui étaient (et qui sont toujours !) un peu marginaux par rapport à ce que se fait classiquement à l'INRA. Dès lors, nous avons identifié des centres d'intérêt scientifiques communs et nous avons participé à des conférences invitées ensemble. Sachez que c'est un honneur pour moi que vous soyez dans mon jury.

Je souhaite aussi adresser mes remerciements à deux de mes mentors scientifiques : **Pierre PERRUCHET** et **Axel CLEEREMANS**. Pierre, vous avez été mon directeur de thèse et vous avez su m'apprendre les fondements de la démarche expérimentale : « définir un problème, formuler des hypothèses, réaliser une expérience, analyser les résultats et conclure », et tout ceci avec un maître-mot : la rigueur ! Vous avez su me transmettre la passion pour la recherche dans le domaine de l'apprentissage implicite. Les années ont passé, nos routes se sont éloignées mais je n'ai pas oublié « mon berceau scientifique ». Dans le domaine de la Recherche, il y a des gens qui sont capables de vous donner une impulsion incroyable tout simplement parce qu'ils croient en vous et c'est ce que vous avez fait avec moi, Axel. Mon post-doc de 3 ans dans votre laboratoire a été le révélateur pour moi. Il y a un adage qui dit « avec un chef, on obéit ; avec un manager, on réfléchit, avec un leader, on grandit ». Merci de m'avoir fait grandir scientifiquement et d'avoir cru en moi ! Une partie de mon cœur est restée au 10<sup>ème</sup> étage du Bâtiment D et j'aurai toujours de la reconnaissance et une grande admiration envers vous.

Notre travail de chercheur est aussi grandement facilité par l'environnement dans lequel nous nous trouvons et pour cela, je tiens à remercier **Luc PENICAUD**, mon ancien Directeur d'Unité, **Lionel BRETILLON** et **Sylvie ISSANCHOU** qui ont pris les nouvelles fonctions dans la direction. Le Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation est vraiment un environnement fertile et riche d'approches



scientifiques différentes mais complémentaires et j'espère que des projets pluridisciplinaires pourront voir le jour de plus en plus. Merci également à **Laurence, Sylvie et Véronique** au niveau du secrétariat.

Le quotidien du chercheur, c'est « SON labo » et « SES collègues » et je tiens vraiment à remercier l'ensemble de mes collègues avec qui je prends toujours plaisir à discuter (de sciences mais pas que ...). Merci à toi **Camille** pour ta vraie gentillesse et tes ressentis qui tombent toujours à pic ; merci à toi **Carole** pour nos longues discussions et ton soutien personnel et professionnel; merci à toi **Claire C.** qui est une aide précieuse et considérable pour mes étudiants et moi-même lorsque nous devons affronter les statistiques; merci à toi **Claire S-R** avec qui j'ai partagé mon bureau pendant trois ans lorsque je suis arrivée; merci à toi **Charlotte** pour ta disponibilité et ton aide dès lors que j'en ai besoin; merci à vous **Emilie et Valérie** pour votre aide pratico-pratique quand il s'agit de nous aider dans les manip; merci à toi **Francis** pour tes encouragements qui font du bien; merci à toi **Gilles** pour ton aide et le support que tu as pu me fournir dans la réalisation de mon ANR JC; merci à toi **Marie**, d'une rencontre « particulière » est née cette belle relation entre nous; merci à toi **Marie Chantal** de m'avoir apporté une autre vision de certaines choses; merci à **Michael et Jacques** « mes 2 informaticiens préférés » de me côtoyer même si je travaille avec un Mac Book; merci à toi **Sandrine** de partager cette complicité entre «psy», merci pour ces fous-rires qui n'amuse que nous. Merci **Luc** pour ta confiance et gentillesse, tu n'es pas ici au labo mais je travaille avec toi « à distance géographique » avec grand plaisir. Merci à toi **Gérard** pour notre collaboration Bisontine et pour nos grandes discussions.

Bien évidemment, mon travail ne serait rien si je n'avais pas mes étudiants avec qui travailler, échanger et réfléchir. J'espère vous avoir apporté autant que ce que vous avez pu m'apporter. Merci à **Marie**, ma première doctorante, qui me laissera un souvenir puissant car forcément c'était mon premier encadrement ; merci à toi **Coralie** avec qui je prends un grand plaisir à travailler et qui connaît ma frustration de ne pas pouvoir être à Strasbourg au quotidien avec toi pour brainstormer et « mettre les mains dans le cambouis » ; merci à **Lucile** de m'avoir fait passer trois années de thèse très riches au niveau scientifique et de t'être laissée charmer par les sciences cognitives. Je remercie également l'ensemble des étudiants de Master 1 et de Master 2 avec qui j'ai pu travailler depuis mon arrivée ici. C'est toujours un plaisir pour moi de vous transmettre un peu le virus de la Recherche ! Merci aux centaines de personnes anonymes qui sont venus participer à mes études car sans participants, nous n'aurions pas de données.

Merci à mes indispensables Ami(e)s. Merci à vous d'avoir été là dans les bons comme dans les mauvais moments, merci de me prêter une oreille toujours attentive et d'être patients même si mes préoccupations sont souvent à des années-lumière des vôtres. Vous savez m'encourager, me porter, me supporter depuis de nombreuses années. **Marion et Steph**, vous êtes mes meilleures amies

depuis une vingtaine d'années, de véritables piliers dans ma vie. Je ne pouvais rêver de meilleures marraines pour nos enfants et pour sceller à tout jamais notre amitié. **Marie Odile**, vous avez une place si importante dans ma vie : tour à tour voisine, relectrice assidue de ce manuscrit, participante assidue aux études de l'INRA, confidente, grand-mère d'adoption pour nos enfants, pompier volontaire, cuisinière, ... merci d'être là pour moi dans toutes les occasions. **Lydia**, d'une rencontre sur les bancs de la fac à mon arrivée à Dijon est née cette belle amitié qui traverse les années. **Martine**, merci à toi ma bonne fée. Merci à **Delphine, Valou, Doubi, Thierry, Stéphane, Christel, Jacquot, Isa, Laure, Eddy** pour votre amitié. Merci encore à toutes ceux et celles qui, à un moment ou un autre sur twitter ou FB, ont su m'apporter quelque chose.

Enfin, mes remerciements s'adressent aux trois amours de ma vie : Dominique, Jules et Louise. **Domi**, c'est de « ta faute » / grâce à toi si j'en suis là aujourd'hui ! Tu n'as jamais douté de moi et tu as su accompagner et me supporter (au sens propre comme au sens figuré !) dans tous mes choix. Merci pour ton soutien affectif et matériel sans faille depuis tant d'années. **Juju**, mon bébé de thèse, ton côté « facile à vivre » et toujours heureux ont fait que j'ai pu avancer dans mon travail avec toi à mes côtés sans jamais avoir à me soucier. Je ne sais pas quels seront tes choix professionnels mais souviens toi de travailler fort pour accéder à tes rêves. **Louise**, ma cacahuète, ta bonne humeur et ton espièglerie sont chaque jour des doses de bonne humeur qui m'ont aidé à avancer quand les journées de travail n'étaient pas toujours faciles. A vous trois : Je vous aime.



« Un savant dans son laboratoire n'est pas seulement un technicien : c'est aussi un enfant placé devant des phénomènes naturels qui l'impressionnent comme des contes de fées. Nous devons avoir un moyen pour communiquer ce sentiment à l'extérieur, nous ne devons pas laisser croire que tout progrès scientifique se réduit à des machines et des engrenages. »

Marie Curie

# PREAMBULE

---

Ce manuscrit, rédigé en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, présente une synthèse de mes travaux, depuis mon Doctorat (2002-2005) et Post-Doctorat (2006-2009), jusqu'à mon recrutement, en 2010, comme Chargée de Recherches au Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) de l'INRA de Dijon.

Dans une première partie, j'aborderai mon parcours, mes activités d'enseignement et mes responsabilités et collaborations scientifiques. Dans une seconde partie, je détaillerai, en quatre volets, les travaux de recherches que j'ai menés de 2010 à aujourd'hui. Enfin, la dernière partie de ce manuscrit constituera une réflexion sur des perspectives à court, moyen et long terme que je souhaiterais mener.



# CURRICULUM VITAE



# Stéphanie CHAMBARON-GINHAC

CHARGÉE DE RECHERCHE INRA (CR1) • DOCTEUR EN PSYCHOLOGIE



INRA - Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation  
UMR CSGA 1234  
17 rue Sully – 21000 Dijon



stephanie.chambaron-ginhac@inra.fr



03.80.69.35.32

## ETAT CIVIL



Née le 04 Octobre 1979 (37 ans) à Saint-Flour (15)  
Mariée, 2 enfants (14 ans, 7 ans)  
Nationalité Française  
13 Impasse de la Grande Fin, 21110 THOREY EN PLAINE

## ACTIVITES DE RECHERCHE



Psychologie Cognitive : Conscience, Mémoire et Apprentissage Implicite.  
Comportement et choix alimentaires : Compréhension de l'impact de différents signaux sensoriels (odeurs, images, messages) sur les prises de décision et les choix alimentaires chez l'adulte et l'enfant.

## EXPERIENCE PROFESSIONNELLE



### Chargée de Recherche INRA | 2010/...

Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation  
UMR CSGA 1324, Dijon, France

### Chercheur Post Doctorant FNRS | 2009/2010

Détachement scientifique à l'INRA - UMR CSGA, Dijon

### Chercheur Post Doctorant FNRS | 2006/2010

CO3 (COncscience, COgnition, COmputation)  
Université Libre de Bruxelles, Belgique

### ATER en Psychologie | 2005/2006

Université de Bourgogne, Dijon, France

### Doctorant – Allocataire Moniteur | 2002/2005

Lab. d'Etude de l'Apprentissage et du Développement  
LEAD UMR 5022, Dijon, France



---

TITRES ET  
DIPLOMES



**Doctorat de l'Université Libre de Bruxelles | 2007**

Sciences Psychologiques (équivalence du diplôme français)

**Triple qualification Maître de Conférences - Conseil National des Universités (CNU) | 2006/2007**

16ème section (Psychologie), 74ème section (STAPS)

71ème section (Sciences de l'éducation)

**Thèse de Doctorat de Psychologie | 2002/2005**

Mention Très Honorable avec les félicitations du jury

Sujet : « Apprentissage implicite de régularités : Mise en évidence d'une différence d'apprentissage entre tâches motrices continues et discrètes ».

Soutenue le 09 Décembre 2005 devant le jury composé de :

A. Vinter, Professeur Université de Bourgogne, Président

A. Cleeremans, DR FNRS Université Libre Bruxelles, Rapporteur

B. Thon, Professeur Université Paul Sabatier de Toulouse, Rapporteur

P. Perruchet, DR CNRS à l'Université de Bourgogne, Directeur de thèse

**DEA de Psychologie Cognitive | 2001/2002**

Université de Bourgogne, Dijon, France

Analyse des Fonctionnements Cognitifs

Mention Bien, Major de Promotion

**Titre de Psychologue Clinicien | 2001/2002**

Université de Bourgogne, Dijon, France

Stage de Professionnalisation (800 heures) au Centre de thérapie familiale Réseau (Dijon)

**Maitrise de Psychologie du développement | 2000/2001**

Université de Bourgogne, Dijon, France

Développement de l'enfant et de l'adolescent

Mention Bien

---

COENCADREMENT  
DE THESESES



**Coralie Mignot | 2016/...**

Perception d'odeurs infraliminaires : Impact sur les choix alimentaires. Exploration par imagerie cérébrale

Directeur : Luc Marlier (ICUBE – Univ. de Strasbourg)

Financement Givaudan

---

**Lucile Marty | 2014/...**

Impact de la sensibilité au plaisir alimentaire dans la dérégulation des prises alimentaires chez l'enfant normo-pondéral et en surpoids de 6 à 11 ans

Directrice : Sophie Nicklaus (CSGA)

Financement INRA et Région Bourgogne

**Marie Gaillet | 2010/2013**

Etude des mécanismes implicites sous-jacents à l'acte alimentaire

Directrice : Claire Sulmont-Rossé (CSGA)

Financement MESR

---

ENCADREMENT  
D'ETUDIANTS DE  
MASTER 1 ET 2



**C. Juneau | 2017**

Etude des différences de perception olfactive chez les enfants normo-pondéraux et en surpoids : approche cognitive.

**M2R** Psychologie sociale et cognitive (Univ. Blaise Pascal, Clermont-Fd)

**A. Duquennoy | 2017**

Existe-t-il des différences de perception sensorielle entre les enfants normo-pondéraux et les enfants en surpoids ?

M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

**M. Humbert | 2017**

Approche sensorielle et psycho cognitive des préférences alimentaires : application aux légumineuses.

**M2R** Physiologie, Neurosciences et Comportements (Univ. Bourgogne Franche-Comté)

**Q. Buatois | 2017**

Approches indirectes pour étudier les freins/leviers à la consommation des légumineuses.

**M2R** Neurophysiologie de la perception et évaluation sensorielle (Univ. Claude Bernard, Lyon 1)

**H. Bentivegna | 2016**

Impact d'un amorçage olfactif sur les choix alimentaires chez l'enfant normo-pondéral et en surpoids de 6 à 11 ans : vers une nouvelle stratégie de prévention ?

**M2R** Nutrition, Activités Physiques, Prévention, Education, Santé (Univ. de Nice)

---

**A. Chapusot | 2016**

Mise en place d'un protocole d'amorçage olfactif chez l'enfant

M1 Physiologie et Neurosciences (Université Lyon 1)

**M. Rochet | 2016**

Le paradigme d'amorçage olfactif dans les intentions de choix alimentaires : amorçage implicite vs. amorçage explicite

**M2R** Physiologie, Neurosciences et Comportements (Univ. Bourgogne Franche-Comté)

**F. Guibé | 2015**

Influence des odeurs sur la perception visuelle des aliments : exploration électrophysiologique (EEG)

**M2R** Neurosciences et Sciences des Comportements » (Université de Caen Basse

**J. Belay | 2015**

Odeur de bacon vs. odeur de poivron : quel impact sur les intentions de choix alimentaires

M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

**S. Hug | 2015**

Impact d'un amorçage olfactif sur l'attraction vis a vis de produits carnés

**M2R** Sciences Cognitives Appliquées (Univ. Lyon2)

**Q. Chisin | 2014**

Impact d'un amorçage olfactif et auditif sur les choix alimentaires

**M2R** Physiologie, Neurosciences et Comportements (Université de Franche-Comté)

**J. Welty | 2014**

Amorçage olfactif : exposition incidente versus explicite

M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

**C. Simart | 2014**

Etude des relations entre perception des odeurs et salivation chez l'Homme

**M2R** Sciences des aliments, sensorialité et comportement (Université de Bourgogne)

**C. Welty / V. Constant | 2013**

Impact des odeurs sur la prise alimentaire des personnes

---

âgées, atteintes de la maladie d'Alzheimer  
M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

**V. Kiat | 2013**

Influence d'une odeur sur le flux salivaire  
M1 Physiologie de la Nutrition, Alimentation Santé  
(Université de Bourgogne)

**P. Yana / A. Blanchard | 2012**

L'influence implicite des odeurs sur nos choix alimentaires  
M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

**L. Busto / C. Divert / A. Hibos | 2011**

Caractéristiques sensorielles et Mémoire  
M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

**P. De Facq / X. Virely | 2010**

Mémoire sensorielle des aliments  
M1 Qualité Aliment et Sensorialité (Université de Bourgogne)

---

RESPONSABLE DE  
PROJETS AUPRES  
DU COMITE DE  
PROTECTION DES  
PERSONNES



**Dossier n° 2014/04 – ID RCB : 2013-A01644-41 | 2014**

Sentir suffit-il à mettre l'eau à la bouche ? Simulation olfactive et mesure du flux salivaire : développement méthodologique d'un protocole d'étude

**Dossier n° 2013/68 – N° ID RCB : 2013-A01557-38 | 2013**

Effets d'un amorçage olfactif versus auditif sur les choix alimentaires de sujets normo-pondéraux

**Dossier n°2012/52 – ID RCB N° 2012-A01431-42 | 2012**

Impact d'un indice évoquant le fait de cuisiner sur le comportement alimentaire de patients atteints de la maladie d'Alzheimer ou d'une maladie apparentée vivant en EHPAD

**Dossier n°2010/58 – AFSSAPS N° 2010-A01286-33 | 2010**

Effets d'amorçage sur la cognition et le comportement alimentaire

---

FINANCEMENTS  
OBTENUS



**Appel à Projet Interne – UMR CSGA | 2017**

Co-Investigateur d'un projet intitulé « Influence d'amorçages olfactifs sur les intentions de choix alimentaires : Exploration par eye-tracking » – Montant 3 500 €

---

**Appel à Projet – Institut Carnot Qualiment 3 | 2016**

Co-Investigateur d'un projet intitulé « Déterminants multifactoriels de la consommation de légumineuses chez l'adulte », Montant 110 000 €

**Appel à Projet – Institut IABECA | 2016**

Co-investigateur d'un projet de l'institut IABECA (Institut Agriculture, Biodiversité, Environnement, Comportement, Aliment) intitulé « Comprendre les déterminants des préférences pour les légumineuses : approche psychosensorielle », Montant 6 800€

**ANR PUNCH | 2016**

Responsable de la Tâche 2.3 dans l'ANR PUNCH « Promoting and understanding healthy food choices in Children - Comprendre et promouvoir des choix alimentaires sains pour les enfants », coordonné par S. Nicklaus (CSGA), Montant 606 072 €

**Appel à Projet Interne – UMR CSGA | 2015**

Co-Investigateur d'un projet intitulé « Influence des odeurs sur la perception visuelle des aliments : exploration électrophysiologique », Montant 4 000 €

**ANSSD – Département AlimH – INRA | 2014**

Investigateur d'un projet intitulé « Quel est l'impact des odeurs sur la prise alimentaire : étude auprès de personnes âgées atteintes par la maladie d'Alzheimer », Montant 6 000 €

**Appel à Projet Interne – UMR CSGA | 2013**

Investigateur d'un projet intitulé « Sentir suffit-il à mettre l'eau à la bouche » ? Stimulation olfacto-visuelle et mesure du flux salivaire : développement d'un protocole d'étude », Montant 2 000 €

**BQR – univ. Bourgogne | 2012**

Investigateur d'un projet Bonus Qualité Recherche intitulé « Perception et Choix alimentaires : influence des représentations cognitives implicites », Montant 8 000 €

**ANSSD – Département AlimH – INRA | 2010**

Co-Investigateur d'un projet intitulé « Effet d'un amorçage sur les choix alimentaires ultérieurs : contribution à l'étude des mécanismes implicites sous-jacents à l'acte alimentaire », Montant 5 600€

---

### **Fondation Fyssen | 2006**

Lauréate d'une bourse post-doctorale de la Fondation Fyssen

### **European Science Foundation | 2006**

Lauréate d'une bourse post-doctorale ESF intitulée « Serial Action: A multilevel approach »

---

#### MEMBRES DE COMITE DE THESE



#### **Christophe Vermeulen | 2014/...**

Comportement alimentaire : Influence des croyances compensatoires et de l'environnement du consommateur  
Encadrement : O. Corneille, Univ. Catholique de Louvain et A. Cleeremans, Univ. Libre de Bruxelles, Belgique

#### **Sarah Bastien | 2015/...**

Les pratiques culinaires des consommateurs et leurs impacts sur leurs comportements et leurs représentations alimentaires  
Encadrement : J. Boutaud et C. Hugol-Gential, Université de Bourgogne

---

#### RAYONNEMENT ET RESPONSABILITES SCIENTIFIQUES



#### **Responsabilités scientifiques nationales ou internationales**

- Depuis Juillet 2015, je suis membre du comité scientifique d'Olfaction et Perspectives impliquant l'ISIPCA (Institut Supérieur International du Parfum de la Cosmétique et de l'Aromatique Alimentaire).
- J'ai participé activement à la mise en place de la 3<sup>ème</sup> édition du congrès Olfaction et Perspectives (15/16 mars 2017 à Paris).

#### **Reviewer d'articles scientifiques**

- J'ai été reviewer d'articles scientifiques pour les revues suivantes : The Quarterly Journal of Experimental Psychology, Food Quality and Preference, Appetite, Chemosensory Perception, Chemical Senses, Brain Sciences, Infant Behavior and Development, Cahiers de Nutrition et de Diététique.
- En 2014 et 2015, j'ai été sollicitée en tant qu'expert pour évaluer des projets déposés auprès du DIM (Domaine d'Intérêt Majeur) ASTREA. Cette mission d'expertise est importante pour moi, tout comme peut l'être le

travail de « reviewing » d'un article, puisque cela me permet d'affiner mon esprit critique pour ensuite le transposer sur mes propres travaux.

### **Produits et réalisations contribuant à l'interaction science- société**

- En Décembre 2016, j'ai publié un article dans la revue **Sciences Psy**, dans le numéro « **Alimentation sous influence** ». Cet article sera publié sous forme de chapitre dans un ouvrage collectif, aux Editions Philippe Duval (Juillet 2017).
- En Septembre 2016, suite à la conférence faite à l'Institut Benjamin Delessert, un article de vulgarisation a été publié sur le site « **Toute la diététique** »<sup>1</sup>
- En Juin 2016, j'ai été invitée pour faire une conférence dans le cadre des conférences de l'**Institut Benjamin Delessert** sur le thème « Mangeurs sous influence »<sup>2</sup>
- En Mars 2016, j'ai été invitée à participer à une table ronde<sup>3</sup> organisée à l'occasion de la **Semaine du Cerveau et de la cognition** à Lyon. Dans le cadre de la Semaine du Cerveau, l'ISARA-Lyon, en partenariat avec la Société des Neurosciences, a organisé des ateliers pédagogiques et une conférence.
- En février 2016, j'ai participé à l'émission « **les pouvoirs extraordinaires du corps humain**<sup>4</sup> » diffusée à 20H40 sur **France 2**. Suite à cette émission, j'ai été contactée par la presse locale Le Bien Public et un article intitulé « Quand l'odorat guide nos comportements » est paru.
- En Janvier 2016, mes travaux sont remontés en tant que « **Fait marquant** » au département **AlimH** et un article a été mis en ligne sur l'Intranet INRA « Des choix alimentaires sous influence »<sup>5</sup>.
- En Décembre 2015, j'ai donné une **Conférence Grand Public** au Centre INRA de Dijon intitulée « Quand les odeurs guident les choix alimentaires des consommateurs ».
- En Juillet 2015, j'ai été interviewée par la journaliste Alexandra Sifferlin pour un article dans **Time Magazine**<sup>6</sup>.
- En Février 2015, **France 2** a réalisé un reportage sur mes travaux qui a été diffusé dans l'émission **Télé matin**<sup>7</sup> (« Les odeurs, messages de santé publique ? » (à 2h46min50s)

---

<sup>1</sup> <http://www.i-dietetique.com/articles/influences-sensorielles-et-comportement-alimentaire/9581.html>

<sup>2</sup> <http://alimentation-sante.org/wp-content/uploads/2016/04/programme-Conf-IBD-2016-coupon.pdf>

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=81sNUJBtJaM>

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=mZ84qvV7IEw>

<sup>5</sup> [https://www2.dijon.inra.fr/flavic/doc/actualite/dec\\_2015\\_choix\\_alimentaires.pdf](https://www2.dijon.inra.fr/flavic/doc/actualite/dec_2015_choix_alimentaires.pdf)

<sup>6</sup> <http://time.com/3974850/sweet-fatty-food-cravings/>

<sup>7</sup> [http://www.france2.fr/emissions/telematin/diffusions/17-02-2015\\_303389](http://www.france2.fr/emissions/telematin/diffusions/17-02-2015_303389)

- En avril 2014, **France 3 Bourgogne** est venu faire un reportage<sup>8</sup> sur mes travaux de recherche dans le cadre du congrès Vitagora qui se tenait à Dijon. Ce reportage a d'abord été diffusé au niveau régional puis au niveau national.
- En Juin 2014, mes travaux sont remontés en tant que « **Fait marquant** » au département AlimH<sup>9</sup>.

### **Produits et réalisations contribuant à la vie et au fonctionnement de collectifs : pilotage, animation et gestion de la recherche**

Pour ma part, je considère qu'en plus de mon travail de Chercheur au quotidien, il est important pour moi de m'impliquer et de participer à la « vie » de l'Unité. C'est pourquoi, au cours de ces dernières années, je me suis impliquée :

- Comme **Membre de la Cellule Ani-Com' du CSGA** : Côté Animation, cette cellule organise des séminaires scientifiques les vendredis et s'occupe de l'organisation de la Journée des Doctorants deux fois par an. Côté Communication, il s'agit d'identifier les outils de communication existants et de s'en servir pour faire remonter des faits marquants, des informations relatives à l'Unité afin d'organiser et de participer à des actions de communication pour présenter notre Institut (Salon de l'Agriculture, Journées portes ouvertes, ...)
- Etant soucieuse des questions relatives à l'éthique dans les Recherches portant sur l'Homme, je me suis impliquée dans la mise en place et la création d'une « **Cellule de réflexion éthique et déontologie** » autour de grandes questions que tout chercheur est amené à se poser en amont et pendant ses recherches.
- Je suis **membre élue au Conseil d'Unité** depuis Février 2017. Auparavant, j'étais membre nommée au Conseil d'Unité (2012-2016).
- Lors des élections des conseils à l'Université de Bourgogne (Février 2016), j'ai été élue membre de la **Commission à la recherche**.
- Depuis deux ans, j'élabore et je participe à des **ateliers d'éducation thérapeutique** auprès d'enfants et d'adolescents en surpoids et obèses et de leurs parents qui se déroulent à l'hôpital d'enfants, au CHU de Dijon. Ils sont supervisés par Marie Bournez, pédiatre endocrinologue et Elisa Cacaud, diététicienne. L'éducation thérapeutique du patient (ETP) « s'entend comme un processus de renforcement des capacités du malade et/ou de son entourage à prendre en charge l'affection qui le touche, sur la base d'actions intégrées au projet de soins ». Il s'agit de permettre au patient et à sa famille d'acquérir des connaissances pouvant les aider à mieux gérer la maladie au domicile, en mettant l'accent sur les mécanismes de la balance énergétique. L'objectif général est d'améliorer la corpulence (stabiliser ou diminuer l'indice de masse corporelle) et la qualité de vie des

---

<sup>8</sup> <http://goo.gl/EnxBRE>

<sup>9</sup> <http://www.dijon.inra.fr/Toutes-les-actualites/melon>



enfants en surpoids ou obèses (0-20 ans) suivis au CHU de Dijon. La réalisation et la participation à ces ateliers sont très importantes pour moi puisque cela me permet de pouvoir combiner mon activité scientifique quotidienne avec ma formation initiale en psychologie (et mon titre de psychologue clinicienne).

**ACTIVITES  
D'ENSEIGNEMENT**



Dans le cadre d'un monitorat (2002-2005) durant mon Doctorat et d'un demi-poste d'ATER (2005-2006) à l'Université de Bourgogne, j'ai effectué 290 heures équivalent TD d'enseignement en Psychologie Cognitive et en Psychologie du Développement. Le détail horaire de ces enseignements est donné dans le tableau ci-dessous.

Année	Discipline	Niveau	Volume
2005-2006	CM de Psychologie du Développement Cognitif sur le Langage	M1 Psychologie	25h (37.5h eq TD)
2005-2006	CM de Psychologie Cognitive sur l'Apprentissage Implicite	M1 Psychologie	8h (12h eq TD)
2005-2006	CM de Psychologie Cognitive sur la Mémoire	L1 Psychologie	8h (12h eq TD)
2005-2006	TD de Psychologie du Développement	L1 Psychologie	25h TD
2005-2006	TD d'Analyse de Textes Scientifiques	L1 Psychologie	4h TD
2004-2005	TD de Psychologie du Développement	L1 Psychologie	50h TD
2003-2004	TD de Psychologie du Développement	DEUG 1 Psychologie	100h TD
2002-2003	TD de Psychologie du Développement	DEUG 1 Psychologie	25h TD
2002-2003	TD de Psychologie Cognitive (méthodologie scientifique)	DEUG 1 Psychologie	25h TD

**Total** 290.5h TD

Depuis mon recrutement en 2010 en tant que Chargée de Recherche, j'ai souhaité pouvoir continuer à donner quelques heures d'enseignement. Ainsi, chaque année, je dispense **6 heures de Cours Magistraux** auprès d'étudiants en Master 1 « Qualité des Aliments et Sensorialité » à l'Université de Bourgogne Franche-Comté. Je leur présente ce qu'est la psychologie cognitive, avec un focus particulier sur les différents types de Mémoire (en particulier, sur la mémoire implicite). Je termine mon cours en positionnant concrètement ces notions théoriques dans le domaine de l'Alimentation afin que les étudiants puissent faire le lien avec les autres matières de leur filière.

Cette expérience d'enseignement me permet d'être au contact d'étudiants de M1 sachant que chaque année, j'accueille un ou deux étudiants de cette filière pour un stage de deux mois.

---

#### COLLABORATIONS SCIENTIFIQUES



Au niveau national non INRA, je collabore avec **Luc Marlier** du Laboratoire ICUBE de l'Université de Strasbourg. Nous encadrons, depuis mars 2016, le travail de thèse de Coralie Mignot portant sur l'exploration par imagerie cérébrale des phénomènes d'amorçage olfactif appliqués aux choix alimentaires.

Depuis 2015, je collabore avec **Yannick Benezeth** du Laboratoire Electronique, Informatique et Image (Le2i) de l'Université de Bourgogne. Nous nous intéressons au développement de mesures physiologiques sans contact qui pourraient être utilisées comme indicateurs objectifs lors de situations de choix alimentaires.

Au sein de l'Unité, depuis 3 ans, je collabore avec **Gérard Brand**, membre du CSGA (Equipe 7) et rattaché au Laboratoire de Neurosciences de Besançon. Nous avons déjà encadré ensemble 3 étudiants de Master 2. Nous avons publié ensemble un article dans Appetite (P2) et un soumis dans i-Perception (Sub4). Je collabore également avec **Arnaud Leleu** (Equipe 7). En 2014, dans le cadre d'un Appel à Projet Interne (API) au sein de l'Unité intitulé « Influence des odeurs sur la perception visuelle des aliments : exploration électrophysiologique », nous avons obtenu un financement qui nous a permis de réaliser une étude et d'encadrer un stagiaire de Master 2. Ce travail a donné lieu à une communication orale en Septembre 2016 lors du Congrès Eurosense (CO3) et un article est en préparation (Prep2).

Au niveau de l'INRA, au cours de ces cinq années, j'ai collaboré avec des collègues de l'équipe 1 « Interactions moléculaires, mécanismes en bouche et perception de la saveur », spécialistes dans les domaines de la salivation (**Eric Neyraud**) et de la mastication (**Carole Tournier**), afin de bénéficier de leurs connaissances et de leurs compétences pour savoir si la salive, et plus

spécifiquement le flux salivaire, pouvait représenter un bon indicateur physiologique traduisant l'envie de manger. Nous avons obtenu un financement dans le cadre d'un Appel à Projet Interne (API), ce qui nous a permis d'encadrer une stagiaire de Master 2. Ce travail a donné lieu à deux actes de conférence (AC3 et AC4) et à la présentation d'un poster lors du congrès ECRO (CA9).

De plus, au niveau de l'INRA, je collabore étroitement avec ma collègue **Sandrine Monnery-Patris** (psychologue du développement) sur l'étude des protéines végétales dans le cadre du métaprogramme « Did'it », pour le projet « Protéines animales et végétales – PAV ». Etant toutes les deux issues d'une formation de Psychologie, nous avons souhaité aborder la question sous un angle plus psychosensoriel que nutritionnel. Un article (InPress1) est actuellement sous presse dans Cahiers de Diététique et de Nutrition. De plus, j'ai initié une collaboration avec des collègues de l'UMR Agro Ecologie : **Gérard Duc** et **Mathilde Astier**. Nous avons déposé un projet visant à comprendre les déterminants des préférences/rejets pour les légumineuses chez l'enfant et l'adulte au moyen d'une approche psychosensorielle. Nous avons obtenu, en Mai 2016, un financement de 6 800 euros de la part de la structure fédérative : Agriculture, Biodiversité, Environnement, Comportement, Aliment (IABECA). Enfin, j'ai également initié une collaboration avec **Gaëlle Arvisenet** (Equipe 9), avec qui nous avons obtenu un financement QUALIMENT-Institut Carnot, pour un projet intitulé « Déterminants multifactoriels de la consommation de légumineuses chez l'adulte », dans le cadre de l'appel à projet Qualiment 3.

L'ensemble de ces collaborations « intra et/ou inter équipes » est très important pour moi car elles me permettent d'aborder ma thématique de recherche avec un éclairage pluridisciplinaire. De plus, depuis mon recrutement au sein du CSGA, j'ai maintenu des liens étroits avec des chercheurs du domaine de la Psychologie. Au niveau international, j'échange régulièrement avec l'ancien directeur du laboratoire dans lequel j'ai effectué mon post-doctorat : **Axel Cleeremans** (Laboratoire Conscience, Cognition, Computation de l'Université Libre de Bruxelles). J'entretiens également des contacts avec **Olivier Klein** (Professeur en Psychologie sociale à l'Université Libre de Bruxelles). Ces collaborations, même si elles ne se manifestent pas concrètement par des publications, sont importantes pour moi car elles me permettent d'échanger avec des « pairs » ayant le même background scientifique que moi, et d'apporter ainsi un éclairage pertinent aux travaux en sciences de l'alimentation dans lesquels je me suis quotidiennement impliquée.

# PUBLICATIONS





# LISTE DES PUBLICATIONS

---

## ARTICLES PUBLIES DANS DES REVUES INTERNATIONALES INDEXEES À COMITÉ DE LECTURE (P 16)

- (P1) Marty L, Bentivegna H, Nicklaus S, Monnery-Patris S and **Chambaron S** (2017). Non-conscious effect of food odors on children's food choices varies by weight status. *Frontiers in Nutrition*, **4**:16. doi: 10.3389/fnut.2017.00016
- (P2) Marty L, **Chambaron S**, Bournez M, Nicklaus S, Monnery-Patris S (2017). Comparison of implicit and explicit attitudes towards food between normal- and overweight French children. *Food Quality and Preference*, **60**, 145–153.
- (P3) Monnery-Patris, S., Marty, L., Bayer, F., Nicklaus, S., & **Chambaron, S.**

- (2016). Explicit and implicit tasks for assessing hedonic-versus nutrition-based attitudes towards food in French children. *Appetite*, 96, 580-587.
- (P4) **Chambaron, S.**, Chisin, Q., Chabanet, C., Issanchou, S., & Brand, G. (2015). Impact of olfactory and auditory priming on the attraction to foods with high energy density. *Appetite*, 95, 74–80.
- (P5) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., & **Chambaron, S.** (2014). Impact of a non-attentively perceived odour on subsequent food choices. *Appetite*, 76, 17–22.
- (P6) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., & **Chambaron, S.** (2013). Priming effects of an olfactory food cue on subsequent food-related behaviour. *Food Quality and Preference*, 30, 274-281.
- (P7) **Chambaron, S.**, Defacq, P., Virely, X., Chabanet, C., Issanchou, S., & Sulmont-Rossé, C. (2012) Impact of retention interval on recognition of chemosensory stimuli. *Chemosensory Perception*, 5:237–242.
- (P8) **Chambaron, S.** (2012) Les odeurs influencent-elles nos choix alimentaires ? *La Revue Laitière Française*, 727, 37-39. (Solicited paper)
- (P9) Sulmont-Rossé, C, **Chambaron, S.** (2011) When Memory meddles. *Biofutur*, 320, 49.
- (P10) Berberian, B., **Chambaron-Ginhac, S.**, & Cleeremans, A. (2010) Action blindness in response to gradual changes. *Consciousness and Cognition*, 19(1), 152-171.
- (P11) **Chambaron, S.**, Berberian, B., Ginhac, D, Delbecque, L. & Cleeremans, A. (2010) Action, observation et imagerie mentale d'une action : peut-on apprendre implicitement dans tous les cas ? *L'Année Psychologique*, 110, 351-364.
- (P12) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., & Perruchet, P. (2008) gSRT-Soft: A generic software and some methodological guidelines to investigate implicit learning through visual-motor sequential tasks. *Behavior Research Methods*, 40(2), 493-502.
- (P13) **Chambaron, S.**, Destrebecqz, A., Ginhac, D. & Cleeremans, A. (2008) Influence of response-stimulus interval (RSI) on sequence learning. *International Journal of Psychology*, 43(3), 258.
- (P14) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., & Perruchet, P. (2008) Variations méthodologiques dans une tâche de TRS : quel est l'impact sur l'apprentissage ? *L'Année Psychologique*, 108, 465-486.
- (P15) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Ferrel-Chapus, C. & Perruchet, P. (2006)

Implicit learning of a Repeated Segment in Continuous Tracking: A Reappraisal. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59A, 845-854.

(P16) Perruchet, P., **Chambaron, S.**, & Ferrel-Chapus, C. (2003) Learning from implicit learning literature: Comment on Shea, Wulf, Whitacre, and Park (2001). *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56A, 769-778.

#### PUBLICATIONS SOUS PRESSE (INPRESS1)

(InPress1) Poquet, D., **Chambaron, S.**, Issanchou, S., Monnery-Patris, S. (in press) Interroger les représentations sociales afin d'identifier des leviers en faveur d'un rééquilibrage entre protéines animales et végétales : approche psychosociale -Cahiers de Nutrition et de Diététique-

#### PUBLICATIONS EN RÉVISION (REV1)

(Rev1) Marty, L., **Chambaron, S.**, Nicklaus, S., Monnery-Patris, S. Learned pleasure from eating: an opportunity to promote healthy eating in children (en révision in Appetite)

#### PUBLICATIONS SOUMISES (SUB 1)

(Sub1) Gauthier, N., Jacquot, L., **Chambaron, S.**, Brand, G. The influence of odorants (orthonasally delivered) on taste perception A study based on individual taste thresholds (Submitted in i-Perception)

#### PUBLICATIONS EN PRÉPARATION (PREP 2)

(Prep1) Marty, L., Miguet, M., Nicklaus, S., **Chambaron, S.**, Monnery-Patris, S. Healthier food choices at no hedonic cost: does perceived healthiness drive children's food choices among palatable snacks? (revue envisagée American Journal of Clinical Nutrition).

(Prep2) Leleu, A., Guibé, F., **Chambaron, S.** Temporal dynamics of odor integration in the visual categorization of food (revue envisagée PlosOne)

(Prep3) Mignot, C., Marlier, F., **Chambaron, S.** Subliminary odors in neurosciences: impacts on perception, cognition and behavior (revue de littérature)



- (CL1) **Chambaron, S.**, Berberian, B., Delbecque, L., Ginhac, D. & Cleeremans, S. (2010) A. Implicit motor learning in discrete and continuous tasks: Toward a possible explanation of discrepant results. In *Motor Skills: Development, Impairment, and Therapy*, NovaPublishers, New York.

- (AC1) Marty, L., **Chambaron, S.**, Bournez, M., Nicklaus, S., & Monnery-Patris, S. (2016). Implicit and explicit attitudes towards food in normal- and overweight French children. *Appetite*, 107, 687–688.
- (AC2) **Chambaron, S.**, Chabanet, C., Issanchou, S. (2016). Quand les odeurs influencent nos choix alimentaires . *Nutrition clinique et métabolique*, Volume 30, 109-132.
- (AC3) Neyraud, E., Septier, C., Tournier, C., **Chambaron, S.** (2015). Can the odours modulate salivation? Impact of the nature of the odorant. *Acta Physiologica*, Volume: 214, Special Issue: Supplement: 700, Pages: 32-32, Meeting Abstract: P-06-019.
- (AC4) **Chambaron, S.**, Simart, C., Septier, C., Neyraud, E. (2014). Odours, can they impact on salivation: Myth or scientific evidence? Conference: 24th Annual Meeting of the European-Chemoreception-Research-Organization (ECRO) Location: Dijon, France, SEP 10-13, 2014. In *Chemical Senses*, Volume: 40, Issue: 3, Pages: 238-239.
- (AC5) **Chambaron, S.**, Chisin, Q., Gaillet, M.; Brand, G. (2014). Impact of an olfactory and auditory priming on the attraction towards foods with high energy density. Conference: 24th Annual Meeting of the European-Chemoreception-Research-Organization (ECRO) Location: Dijon, France, SEP 10-13, 2014. In *Chemical Senses*, Volume: 40, Issue: 3, Pages: 239-239.
- (AC6) **Chambaron, S.**, Gaillet-Torrent, M., Sulmont-Rosse, C. (2014). Impact of an olfactory priming on food intake: a potential intervention tool in an Alzheimer population. Conference: 24th Annual Meeting of the European-Chemoreception-Research-Organization (ECRO) Location: Dijon, France, SEP 10-13, 2014. In *Chemical Senses*, Volume: 40, Issue: 3, Pages: 268-269.
- (AC7) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Perruchet, P. (2006) Is Learning in SRT task Robust Across Procedural Variation? In R. Sun and N. Miyake (Eds.), *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society*

(pp 148-153), Vancouver, Canada, Cognitive Science Society.

## COMMUNICATIONS ORALES (CO26)

- (CO1) Marty L, Bentivegna H, Nicklaus S, Monnery-Patris S, **Chambaron S**. Non-conscious effect of food odors on children's food choices varies by weight status. Society for the Study of Ingestive Behavior Conference (SSIB), Montréal, 18-22 July 2017. (New Investigator Travel Award-NITA)
- (CO2) Leleu, A., Guibé, F., **Chambaron, S**. Temporal dynamics of odor integration in the visual categorization of food. 7th European Conférence on Sensory and Consumer Research (EuroSense), Dijon (France), 11-14 September 2016.
- (CO3) **Chambaron, S**. Influences sensorielles sur le comportement alimentaire. Conférence Benjamin Delessert. Mangeurs sous influences ? Sens et cerveau en dialogue. Paris, 21 Juin 2016. (invited speaker)
- (CO4) Marty, L, **Chambaron, S.**, Bournez, M., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S. Implicit and explicit attitudes towards food in normal- and over-weight French children, Annual Meeting of the British Feeding and Drinking Group (BFDG), Londres, 7-8 April 2016.
- (CO5) **Chambaron, S**. Cognition et comportement alimentaire : comment guider les choix alimentaires des consommateurs ? Journées Scientifiques AlimH, Mandelieu (France), 14-16 Octobre 2015.
- (CO6) Issanchou, S., & **Chambaron, S**. Unconscious impact of odors on food choices. 11th Pangborn Sensory Science Symposium, Gothenburg, Sweden, 22-27 August 2015.
- (CO7) Issanchou, S., & **Chambaron, S**. The role of non-attentively perceived odors on food choice or intake at lunch time. In Benjamin Franklin Lafayette Seminar, Fréjus, France, 14-19 June 2015.
- (CO8) **Chambaron, S**. Comment les odeurs influencent nos choix alimentaires ? 2<sup>ème</sup> Congrès olfaction et perspectives, Paris (France), 19 mars 2015. Invited conference
- (CO9) **Chambaron, S**. Are odours efficient primes to induce relevant food choices? Séminaire IPSY- PsyFood, Louvain La Neuve (Belgique), 3-4 décembre 2014.
- (CO10) Maratray, J., **Chambaron, S.**, Monnery-Patris, S. Mesure du plaisir alimentaire chez l'enfant. 13èmes Journées de la Mesure et de la Métrologie (J2M), Stella Plage (France), 13-16 Octobre 2014
- (CO11) Sulmont-Rossé, C., Gaillet, M., **Chambaron, S**. Impact of an olfactory

- priming on food intake: a case study in an Alzheimer's Unit. 6th European Conference on Sensory and Consumer Research (EuroSens), Copenhagen (Denemark), 7-10 September 2014.
- (CO12) Cleeremans, A., Gaillet, M., **Chambaron, S.** Conscious and nonconscious influences in the sensory domain. 10th Pangborn Symposium, Rio de Janeiro (Brazil). Invited conference
- (CO13) **Chambaron S.**, Gaillet, M., Issanchou, S., Sulmont-Rossé, C. Are odors efficient primes to induce relevant food choices? Annual Summer Interdisciplinary Conference, July 24-30, Dolomites, Italy.
- (CO14) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., **Chambaron, S.** Impact d'une odeur non consciemment perçue sur des choix alimentaires. 55ème Congrès de la Société Française de Psychologie (SFP), Lyon (France).
- (CO15) Pouyfaucou, M., Lange, C., Monnery-Patris, S., **Chambaron-Ginhac, S.**, Gaignaire, A., Issanchou, S., Schlich, P. EveilSens: Effects of an early-learning sensory education in 5 to 7 years-old children. Colloque Senso5, Suisse, Novembre 2012.
- (CO16) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet C., **Chambaron, S.**, Quand les odeurs influencent les choix alimentaires : Impact d'un amorçage olfactif. 18ième Forum des jeunes chercheurs (FJC), Besançon, France, 6-7 Septembre, 2012.
- (CO17) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet C., **Chambaron, S.**, Poire ou Fraise ? Influence implicite des odeurs sur notre comportement alimentaire. 54ème Congrès de la Société Française de Psychologie, Montpellier, France, 3-5 Septembre, 2012.
- (CO18) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Meyrueix, M., Issanchou, S., **Chambaron, S.**, Le pouvoir des odeurs : influence des représentations cognitives implicites sur les intentions de comportement. 53ème Congrès de la Société Française de Psychologie, Metz, France, 07-09 Septembre, 2011.
- (CO19) **Chambaron, S.**, Defacq, P., Virely, X., Issanchou, S., Sulmont-Rossé, C. Impact of retention interval on implicit Food Memory. Tenth Annual Summer Interdisciplinary Conference (ASIC 2011), Pyrenees, Spain, July 7-12, 2001.
- (CO20) **Chambaron, S.**, Pasquali, A., Ginhac, D., Cleeremans, A. The role of pace and time in sequence learning: What is the impact on learning? Eighth Annual Summer Interdisciplinary Conference (ASIC 2009), Sarre, Italy, July 22-27, 2009.
- (CO21) Magalhaes, P., Slama, H., Cleeremans, A., Zajac, M., **Chambaron, S.**

Modulation of Stroop effect by means of non-hypnotic suggestion. BAPS 2009 meeting, Vrije Universiteit Brussel, June 3rd, 2009.

- (CO22) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Cleeremans, A. & Peigneux, P. Learning discrete and continuous regularities in two-dimensional settings. BAPS 2008, University of Leuven, May 26, 2008.
- (CO23) **Chambaron, S.**, Destrebecqz, A., Ginhac, D., Cleeremans, A. Influence of response-stimulus interval (RSI) on sequence learning. XXIX International Congress of Psychology ICP, Berlin, July 20-25, 2008.
- (CO24) Destrebecqz, A., Vandenberghe, M., **Chambaron, S.**, Fery, P., Cleeremans, A. Timing and Aging in Sequence Learning, The XV Conference of European Society for Cognitive Psychology, Marseille, August 29 – September 1, 2007.
- (CO25) **Chambaron, S.** Implicit learning of sequences: discreteness versus continuity. European Workshop On Movement Science, Amsterdam (NL), May 31 - June 2, 2007.
- (CO26) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Perruchet, P. Is Learning in SRT task Robust Across Procedural Variation? The 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Vancouver, July 26-30, 2006

#### COMMUNICATIONS AFFICHÉES (CA31)

- (CA1) **Chambaron, S.** From non-attentively perceived odors to food choices: a priming story. REWARD symposium, Bruxelles (Belgique), 27-28 Octobre 2016.
- (CA2) Marty, L., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S., **Chambaron, S.** Impact of olfactory priming on food choices in normal-weight and overweight children. REWARD symposium, Bruxelles (Belgique), 27-28 Octobre 2016.
- (CA3) Marty, L., **Chambaron, S.**, Bournez, M., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S. External, emotional and restrained eating in normal- and overweight French children: do parents and children agree? REWARD symposium, Bruxelles (Belgique), 27-28 Octobre 2016.
- (CA4) Marty, L., Bentivegna, H., Chapusot, A., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S., **Chambaron, S.** Effects of olfactory priming on food choices in children: development of a new paradigm suitable for 6 to 11 year-olds. 7th European Conférence on Sensory and Consumer Research (EuroSense), Dijon (France), 11-14 September 2016
- (CA5) Marty, L., **Chambaron, S.**, Bournez, M., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S. .External, emotional and restrained eating in normal- and overweight French

children: do parents and children agree?" the 24th Annual Meeting of the Society for the Study of Ingestive Behavior (SSIB), Porto (Portugal) 12 – 16 July 2016.

- (CA6) Marty, L., **Chambaron, S.**, Bournez, M., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S. Attitudes des enfants en surpoids vis-à-vis de l'alimentation, *Congrès de la Société Française de Pédiatrie (SFP)*, Lille, 18-20 Mai 2016
- (CA7) Marty, L., **Chambaron, S.**, Nicklaus, S., Monnery-Patris, S. Les enfants en surpoids seraient-ils moins hédonistes que les enfants normo-pondéraux ? *Journées Francophones de Nutrition*, Marseille, 9-11 Décembre 2015
- (CA8) **Chambaron, S.**, Chabanet, C., Issanchou, S. Quand les odeurs influencent nos choix alimentaires *Journées Francophones de Nutrition*, Marseille, 9-11 Décembre 2015. (présentation orale 90 secondes chrono)
- (CA9) Neyraud, E., Simart, C., Septier, C., Tournier, C., **Chambaron, S.** Are the odours efficient stimuli for salivation? Impact of the nature of the odorant. 1er Congrès de physiologie et de biologie integrative. Strasbourg, 4-6 Mai 2015.
- (CA10) **Chambaron, S.**, Gaillet-Torrent, M., Sulmont-Rossé, C. Impact of an olfactory priming on food intake: a potential intervention tool in an Alzheimer population. XXIVth International Conference of European Chemoreception Research Organization, Dijon (France), 10-13 September 2014.
- (CA11) **Chambaron, S.**, Simart, C., Septier, C., Tournier, C., Neyraud, E. Odours, can they impact on salivation: Myth or scientific evidence? XXIVth International Conference of European Chemoreception Research Organization, Dijon (France), 10-13 September 2014.
- (CA12) **Chambaron, S.**, Chisin, Q., Gaillet-Torrent, M., Brand, G. Impact of an olfactory and auditory priming on the attraction towards foods with high energy density. XXIVth International Conference of European Chemoreception Research Organization, Dijon (France), 10-13 September 2014.
- (CA13) Gaillet, M., **Chambaron, S.**, Raclot, C., Duclos, M., Servelle, M., Dufour, J., Layer, A., Plissonneau, S., Sulmont-Rossé, C. Impact d'un amorçage olfactif sur la prise alimentaire auprès de patients Alzheimer. Colloque Aupalesens - vieillissement, nutrition & sensorialité, Dijon, 26 novembre 2013.
- (CA14) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Raclot, C., Duclos, M., S., **Chambaron, S.** Mesurer la capacité de patients atteints de la maladie d'Alzheimer à détecter les odeurs. Colloque Aupalesens - vieillissement, nutrition & sensorialité, Dijon, 26 novembre 2013.

- (CA15) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet C., **Chambaron, S.** Impact of a non-consciously perceived odour on subsequent food choices. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, Rio de Janeiro (Brazil), 11-15 August 2013.
- (CA16) Campomizzi, S., **Chambaron-Ginhac, S.**, Chabanet, C., Nicklaus, S., Issanchou, S., Monnery-Patris, S. (2012). Development of a new auto administered test to assess food enjoyment in 5 to 10 years-olds. Workshop Opaline: Understanding the early development of food preferences and eating behaviour in children, Dijon (France).
- (CA17) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet C., **Chambaron, S.**, Impact of a non-consciously perceived food odour on subsequent food-related behaviour. XVI<sup>e</sup> International Symposium on Olfaction and Taste (ISOT), Stockholm, Suède, 23-27 Juin, 2012.
- (CA18) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet C., **Chambaron, S.**, Influence des représentations cognitives implicites sur les intentions de comportement. 17ième Forum des jeunes chercheurs (FJC), Dijon, France, 16-17 Juin, 2011.
- (CA19) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Meyrueix, M., Issanchou, S., **Chambaron, S.**, Le pouvoir des odeurs: influence des représentations cognitives implicites sur les intentions de comportement. 1er colloque régional « Nutrition et santé publique » (CRAN), Dijon, France, 17 mai 2011.
- (CA20) Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Meyrueix, M., Issanchou, S., **Chambaron, S.**, Le pouvoir des odeurs: influence des représentations cognitives implicites sur les intentions de comportement. 6ème Congrès International Goût- Nutrition-Santé (Vitagora), Dijon, France, 22-23 Mars, 2011.
- (CA21) Pasquali, A., **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Cleeremans, A. Incidental learning of interactions between motor and linguistic sequences, 13th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC13), Berlin (Germany), June 5-8, 2009.
- (CA22) **Chambaron, S.**, Berg, N., Ginhac, D., Cleeremans, A., Peigneux, P. Learning discrete and continuous regularities in two-dimensional settings. Eighth Annual Summer Interdisciplinary Conference (ASIC 2009), Sarre, Italy, July 22-27, 2009.
- (CA23) **Chambaron, S.**, Berberian, B., Pasquali, A., Ginhac, D., Cleeremans, A. Emergence of chunks during a 1023-alternative Reaction Time Task. BAPS 2009, Vrije Universiteit Brussel, June 3rd, 2009.
- (CA24) **Chambaron, S.**, Destrebecqz, A., Ginhac, D., Cleeremans, A. The role of time and pace in sequence learning, 12th annual meeting of the ASSC

- (ASSC12), Taipei (Taiwan), June 19-22, 2008.
- (CA25) **Chambaron, S.**, Destrebecqz, A., Ginhac, D., Cleeremans, A. Influence of the response–stimulus interval on implicit sequence learning: constant vs. variable RSIs. BAPS 2008, University of Leuven, May 26, 2008.
- (CA26) **Chambaron, S.**, Delbecque, L., Ginhac, D., Holender, D., Cleeremans, A. Action, Observation et Imagerie Mentale : Apports de l'apprentissage implicite au domaine moteur, Journées de la Société Française de Psychologie du Sport SFPS 2008, Quiberon, 25-29 Mars, 2008.
- (CA27) **Chambaron, S.**, Ginhac, D. Procedural variations around a SRT task, BAPS 2007, Louvain la Neuve, Belgique, 1 June 2007.
- (CA28) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Perruchet, P. Apprentissage moteur implicite: variations autour d'une tâche de TRS. Congrès national de la Société Française de Psychologie, Nancy, 21-23 septembre 2005.
- (CA29) **Chambaron, S.**, Ginhac, D., Perruchet, P. Implicit Motor Learning in discrete vs. continuous tasks. European Workshop On Movement Science, Vienna (Austria), June 2-4, 2005.
- (CA30) **Chambaron, S.**, Perruchet, P., Ferrel-Chapus, C. Implicit Motor Learning: A Reappraisal. The XIII Conference of European Society for Cognitive Psychology, Granada (Spain), September 17-20, 2003.
- (CA31) **Chambaron, S.**, Perruchet, P., Ferrel-Chapus, C. Implicit Motor Learning: towards a new approach. Progress in Motor Control IV, Caen, August 20-23, 2003.

# ACTIVITES DE RECHERCHE







# INTRODUCTION



Comment une psychologue cognitive de formation en arrive-t-elle à travailler sur le « pouvoir » des odeurs dans l'alimentation ? Tout simplement parce que j'ai toujours aimé sortir des sentiers battus et essayé d'explorer de nouvelles voies dans mes recherches. C'est au bout d'une dizaine d'années que j'ai enfin pu « relier » mes propres centres d'intérêt, à savoir la psychologie et le comportement alimentaire, pour en faire mon domaine de recherche.

Tout a d'abord commencé par l'étude de l'apprentissage implicite. J'étais fascinée par l'idée de me dire que les individus étaient capables « d'apprendre sans en avoir conscience ». Ce champ de recherche sur l'apprentissage implicite était déjà largement documenté, au début de mon Doctorat, avec de nombreuses études portant sur le langage, la musique, l'orthographe. En effet, de manière

consensuelle, bon nombre d'études démontraient qu'il était possible d'acquérir des connaissances langagières, musicales ou orthographiques de manière implicite. Très rapidement, je me suis aperçue qu'en revanche, très peu de recherches s'étaient focalisées sur l'apprentissage implicite dans le domaine de la pratique physique et des activités sportives. Je me suis donc intéressée à la mise en relation qui pourrait être faite entre la littérature sur l'apprentissage implicite et la littérature sur l'apprentissage moteur. Plus précisément, j'ai étudié si les résultats obtenus dans le domaine de l'apprentissage implicite étaient applicables au domaine de l'apprentissage moteur. C'est ainsi que j'ai initié un champ de recherche novateur sur l'apprentissage moteur implicite. Durant les trois années de ma thèse, j'ai travaillé sur un paradigme permettant d'étudier le rôle de l'attention et de la mémoire dans l'acquisition d'habiletés sensori-motrices, en utilisant une tâche d'apprentissage de séquences. Il s'agissait d'une tâche de Temps de Réaction Sériel (TRS), initialement décrite par Nissen & Bullemer (1987). Dans cette situation, les sujets doivent réagir à l'apparition de chaque élément d'une séquence composée généralement de stimuli visuels (cible). A chaque essai, la cible apparaît dans l'une des différentes positions possibles alignées horizontalement sur un écran d'ordinateur et la tâche des sujets consiste à appuyer le plus rapidement et le plus précisément possible sur la touche d'un clavier correspondant spatialement à sa position. A l'insu des sujets, la séquence de stimuli répond à certaines régularités. Les résultats obtenus indiquent que les sujets acquièrent des connaissances sur la structure de la séquence alors qu'ils ne peuvent pas les décrire verbalement. Ainsi, il semblait donc possible d'apprendre inconsciemment la structure d'une tâche motrice complexe.

J'ai poursuivi mes travaux par un post-Doctorat au cours duquel j'ai étendu mes travaux vers des questions plus larges concernant la Conscience. Mon objectif était de mieux comprendre quels étaient les mécanismes cognitifs mis en jeu dans l'apprentissage sans conscience de régularités lors de tâches motrices discrètes (c'est à dire dans un mouvement de courte durée qui a généralement un début et une fin bien identifiables) et continues (c'est à dire dans un mouvement dont on ne peut pas identifier de façon précise et objective le début et la fin). Ainsi, j'ai pu organiser mes travaux selon trois axes : un axe comportemental dans lequel j'ai étudié les conditions nécessaires pour l'existence d'un apprentissage implicite dans différentes tâches motrices, un axe computationnel dans lequel j'ai cherché à modéliser l'apprentissage afin de comprendre les mécanismes sous-jacents à cet apprentissage et enfin, j'ai abordé un axe neuroimagerie afin d'étudier les circuits neuronaux impliqués dans les différentes situations d'apprentissage de séquences motrices. Ces travaux m'ont permis d'adapter et de valider différents modèles et de faire des relations entre comportement et fonctionnement cérébral.

Après six années de recherche que je qualifierai de très fondamentales (trois années de thèse et trois années de post-doctorat), j'ai souhaité pouvoir mettre en application l'ensemble des connaissances théoriques et de savoir-faire que j'avais

acquis. S'il y a bien un domaine « concret » dans lequel les prises de décisions et les choix se font de manière inconsciente, c'est celui de l'alimentation. C'est ainsi que j'ai décidé de me tourner vers les Sciences de l'alimentation pour étudier les notions de mémoire et d'apprentissage implicite. J'ai découvert le domaine de l'analyse sensorielle et ses méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). Mon objectif était d'étudier plus spécifiquement la contribution des mécanismes mnésiques impliqués dans l'acte alimentaire, autrement dit, chercher à mieux comprendre « comment les consommateurs font leurs choix » à la fois consciemment et inconsciemment. Afin d'investiguer cette problématique, j'ai choisi de travailler avec des odeurs. En effet, nous sentons consciemment quand nous approchons nos narines d'une fleur, par exemple, pour en humer le parfum, mais nous sentons également inconsciemment dans notre vie de tous les jours. En effet, par exemple, quand nous entrons dans un lieu, si l'odeur ne nous agresse pas, nous n'y prêtons pas attention et pourtant celle-ci aura un impact sur notre comportement. Le marketing sensoriel a bien compris cette stratégie en sollicitant un ou plusieurs de nos cinq sens pour favoriser l'achat d'un produit. On a souvent entendu parler de l'utilisation de diffuseurs d'odeurs dans les galeries marchandes, diffusant des odeurs de viennoiserie, pour attirer les clients vers la boulangerie. Je tenais donc là le point de départ de nouveaux travaux de recherche : comprendre et expliquer comment une odeur, non consciemment perçue, pouvait aller activer des concepts et des représentations de haut niveau et donc avoir un impact sur le comportement. C'est ainsi que j'ai décidé d'utiliser et d'adapter un paradigme classiquement utilisé en psychologie cognitive : le paradigme d'amorçage pour étudier le comportement alimentaire, et plus particulièrement les choix alimentaires.

L'amorçage est une grande famille de paradigmes qui repose sur le fait que la perception d'un stimulus appelé l'*amorçe* va entraîner une modification du traitement d'un autre stimulus appelé la *cible*. Cette modification du traitement de la cible peut passer par l'activation de représentations de haut niveau en lien avec l'amorçe et aboutir à une modification du comportement. Les processus impliqués se produisent de manière non-consciente. Les individus ne sont ni conscients, ni ne deviennent conscients de l'influence exercée par l'amorçe sur la façon dont ils vont traiter un autre stimulus. Lors de mon recrutement en 2010, très peu d'étude s'étaient intéressées à l'amorçage olfactif dans le domaine alimentaire. J'ai donc vraiment pu développer ma propre thématique de recherche visant à comprendre les mécanismes cognitifs impliqués dans les situations de choix alimentaires après des expositions non-attentives à différents signaux sensoriels (odeurs, messages, images).

Lorsque nous utilisons des approches d'amorçage, c'est à dire des stratégies implicites basées sur l'influence non consciente d'indices environnementaux, la question de l'éthique est cruciale. Il est donc important pour moi de clarifier ce point et dissiper tout doute éventuel. Dans le cadre de mes travaux, tous les paradigmes

sont et seront développés par des chercheurs dans le but d'étudier des concepts pour l'amélioration de la société (i.e. pour aller vers des consommations alimentaires plus saines, équilibrées, durables) et non comme des dispositifs d'exploitation commerciale ou de manipulation.

Avant d'utiliser une méthodologie implicite, il faut se poser deux questions principales : le comportement que nous voulons encourager est-il légitime ? Le comportement que nous voulons promouvoir est-il bénéfique pour l'individu et / ou la société ? Dans le cadre de mes travaux, les réponses sont claires et sans ambiguïté : nous voulons mieux comprendre les mécanismes expliquant comment les consommateurs font des choix alimentaires afin d'encourager les comportements de choix vers des aliments « sains ». Le comportement que nous voulons promouvoir sera donc bénéfique pour l'individu et aussi pour la société (diminution du surpoids/ obésité et diminution des coûts liés aux pathologies associées).

En outre, une autre mesure éthique consiste à s'assurer que la méthode utilisée pour une étude est éthique en soi. C'est pourquoi, une phase de pré-test de l'amorce (odeur, image, message) est cruciale avant chaque étude. Nous devons nous assurer de l'acceptabilité éthique de cette amorce par un échantillon représentatif de la population avant de réaliser nos études. Enfin, l'expérimentateur s'engage, à la fin de chaque étude, à révéler et à expliquer aux participants de manière claire et transparente, la stratégie utilisée et son objectif de recherche. L'ensemble des travaux que je vous présenterai ci-dessous a été systématiquement accepté par un Comité de Protection des Personnes (CPP) et respecte donc l'éthique et la déontologie.



# SYNTHESE D'UNE DECENNIE DE RECHERCHE

---

## Travaux initiaux en Apprentissage Implicite (2002 – 2005)

Peut-on apprendre inconsciemment ? Notre vie quotidienne comporte bon nombre d'exemples de situations dans lesquelles le comportement des individus est influencé par des connaissances auxquelles ils ne peuvent pas accéder consciemment et pour lesquelles ils « savent plus de choses que ce qu'ils peuvent en dire ». C'est le cas pour l'acquisition de la langue maternelle, pour l'adaptation aux lois physiques, pour la sensibilité aux règles musicales ou bien pour

l'apprentissage d'habiletés en général. Beaucoup d'habiletés semblent être acquises sans encoder des règles verbalisables, ni même sans développer de connaissances conscientes sur l'information présente dans l'environnement. Ce type d'apprentissage est qualifié d'*implicite*. Selon Perruchet & Gallego (1997), « l'apprentissage implicite désigne un mode d'adaptation par lequel le comportement d'un individu apparaît sensible à la structure d'une situation, sans que cette adaptation ne soit imputable à l'exploitation intentionnelle de la connaissance explicite de cette structure ». Il ne s'agit pas d'affirmer que toute connaissance explicite est absente, mais seulement de souligner le fait que l'adaptation comportementale ne repose pas sur l'exploitation intentionnelle de cette connaissance. Cette définition renvoie à un phénomène dont nous avons tous l'expérience, celle qui consiste à s'adapter à une situation complexe sans que l'on parvienne à comprendre les racines et les raisons de cette adaptation (Perruchet & Nicolas, 1998). Dans une tâche d'apprentissage implicite, l'apprentissage ne porte pas sur l'identité des stimuli présentés mais sur les règles qui déterminent la structure de l'environnement auquel les sujets sont confrontés. En général, ces derniers ne sont pas informés de la nature de ces régularités et pourtant, ils se comportent comme s'ils avaient appris les régularités du matériel bien qu'ils soient incapables de les décrire ou même, dans certains cas, ils ne sont pas conscients de leur existence (Cleeremans, Destrebecqz & Boyer, 1998).

Mes travaux de thèse (2002-2005) s'enracinaient en psychologie cognitive et plus spécifiquement dans la thématique Apprentissage Implicite. Ces travaux ont été réalisés au Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement – LEAD UMR 5022, Université de Bourgogne, sous la direction de Pierre Perruchet, Directeur de Recherche CNRS.

APPRENTISSAGE IMPLICITE DE REGULARITES :  
MISE EN EVIDENCE D'UNE DIFFERENCE D'APPRENTISSAGE ENTRE  
TACHES MOTRICES CONTINUES ET DISCRETES

Le cadre général de mon travail de doctorat se situait au confluent de deux domaines de recherche. Le premier était celui de **l'apprentissage implicite**, centré sur des connaissances ou des savoir-faire dont il est difficile de faire état au travers du langage, et dont l'acquisition s'opère dans des conditions relativement indépendantes des intentions de l'apprenant. Le second domaine était celui du contrôle et de **l'apprentissage moteur**, dont l'objet d'étude se définit par le fait que le comportement implique des coordinations sensori-motrices relativement subtiles. Par suite de contingences historiques, ces deux domaines étaient restés longtemps séparés, alors même que leur intersection définissait un champ d'études de première importance : celui des apprentissages moteurs implicites. L'objectif principal de mon travail de thèse a été d'apporter des éléments

de réponse à la question suivante : quels sont les conditions et les éléments nécessaires à l'existence d'un apprentissage implicite de séquences motrices ? Cette interrogation intéressait aussi bien les psychologues travaillant dans le domaine sportif (et étudiant les phénomènes d'apprentissage moteur) que ceux travaillant dans le domaine cognitif (et étudiant les phénomènes d'apprentissage implicite). Une re-analyse des travaux initiaux réalisés par Wulf et collaborateurs (Wulf et Schmidt, 1997), portant sur l'apprentissage moteur implicite, a permis de mettre en évidence l'existence de problèmes méthodologiques et de biais potentiels, pouvant expliquer le fait que ces auteurs obtenaient un apprentissage implicite dans leur tâche de poursuite continue. Cependant, en respectant une méthodologie plus rigoureuse, il a été bien plus difficile d'obtenir un tel apprentissage dans une tâche motrice continue. Ceci nous a donc conduit à essayer de comprendre pourquoi il était plus facile de tirer bénéfice d'une répétition dans une tâche motrice discrète que dans une tâche motrice continue. Pour ce faire, une tâche de temps de réaction sériel (TRS) classique a été modifiée (nouveau périphérique, contrainte de précision, déplacement autonome et continu de la cible). Le but était de rendre cette tâche discrète la plus similaire possible à une tâche continue afin de voir si l'apprentissage implicite continuait à se manifester avec de telles modifications.

Au final, l'ensemble des travaux réalisés au travers de cette thèse a largement contribué à délimiter plus clairement les situations dans lesquelles un apprentissage moteur implicite est possible et dans quels cas, il ne l'est pas. Dans le même temps, ces travaux ont constitué un apport dans la littérature restreinte sur l'apprentissage moteur implicite et ont enrichi le débat « discret / continu », en ouvrant la voie vers de nouvelles perspectives de recherche.

#### VALORISATION



4 Articles (P12, P14, P15, P16)

1 Communication orale (CO26)

4 Communications affichées (C28, C29, C30, C31)

## Extension à l'étude du rôle de la conscience (2006 – 2010)

A l'issue de cette thèse, j'ai souhaité approfondir mes connaissances et mes compétences en psychologie cognitive et en octobre 2006, mes travaux se sont naturellement poursuivis par un post-doctorat au laboratoire SRSC (Séminaire de Recherche en Sciences Cognitives) à l'Université Libre de Bruxelles (Belgique)



sous la direction scientifique d'Axel Cleeremans, Directeur de Recherche FNRS (Fonds National pour la Recherche Scientifique). Axel Cleeremans est un des plus grands spécialistes dans le domaine d'étude de la Conscience. Mes travaux se sont focalisés alors sur l'étude des relations existantes entre conscience et action, au travers de tâches motrices spécifiques. En octobre 2007, j'ai obtenu un contrat de 3 ans comme Chargé de Recherches FNRS au sein du SRSC, devenu CO3 (Unité de recherche COnscience, COgnition, COmputation).

### COMPREHENSION DES PROCESSUS COGNITIFS ELEMENTAIRES IMPLIQUES DANS L'APPRENTISSAGE ET LA MEMORISATION DE REGULARITES : QUEL EST LE ROLE DE LA CONSCIENCE ?

L'objectif principal de mes travaux était alors de contribuer à la compréhension des processus cognitifs élémentaires impliqués dans l'apprentissage et la mémorisation en étudiant le rôle de la conscience dans ces processus élémentaires. Il s'agissait de comprendre pourquoi un apprentissage implicite était si difficile à obtenir dans des tâches de poursuite continue comparativement à des tâches discrètes (TRS) dans lesquelles il se manifestait de manière robuste. Dans cette optique, j'ai (1) mis en œuvre des simulations au moyen de modèles connexionnistes afin de voir si elles constituaient un modèle de performance des tâches discrètes et continues, (2) validé ces simulations par une approche expérimentale, permettant de définir plus clairement les situations dans lesquelles l'apprentissage pouvait se manifester ou non, et (3) j'ai élargi mes recherches vers la neuropsychologie et les activités physiques et sportives en particulier, afin d'obtenir des éléments de réponse complémentaires concernant les différences d'apprentissage entre les tâches motrices discrètes et continues. Ces résultats de recherche ont apporté des éléments novateurs et permis d'élargir mon champ de recherche sur l'apprentissage, bien au-delà du domaine de la psychologie, comme par exemple, dans le domaine du sport et des neurosciences.

### VALORISATION



3 Articles (P10, P11, P13)  
6 Communications orales (CO20, CO21, CO22,  
CO23, CO24, CO25)  
7 Communications affichées (CA21, CA22, CA23, CA24,  
CA25, CA26, CA27)

En septembre 2009, j'ai obtenu un détachement scientifique d'une année à l'INRA de Dijon, au sein de l'UMR CSGA (Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation), dans l'équipe « Développement et dynamique des préférences et

des comportements alimentaires » dirigée par Sylvie Issanchou, Directeur de Recherche INRA. En intégrant ce laboratoire, mon objectif était d'étendre mes activités de recherche en psychologie cognitive sur la mémoire et l'apprentissage implicite au domaine des comportements alimentaires, afin de mieux comprendre quels pourraient être les leviers implicites et explicites permettant de guider les individus vers des choix alimentaires sains et durables.

## Travaux actuels : Conscience, Cognition et Choix alimentaires (2010 – ...)

En 2010, j'ai été recrutée à l'INRA en tant que Chargée de Recherche 2ème classe. Depuis septembre 2010, j'effectue mes travaux de recherche au sein de l'équipe « Déterminants du comportement alimentaire au cours de la vie, relations avec la santé » du CSGA à Dijon.

### COMPREHENSION DES MECANISMES COGNITIFS SOUS JACENTS A L'ACTE ALIMENTAIRE

Ma thématique de recherche concerne l'étude et la compréhension des mécanismes cognitifs impliqués dans les prises de décision et dans les choix alimentaires. Actuellement, les politiques publiques basent principalement leurs actions sur la communication explicite. En effet, depuis une vingtaine d'années, le gouvernement français a mis en place des programmes visant à limiter l'obésité et le surpoids, comme notamment le Programme National Nutrition Santé (PNNS) lancé en 2001. Ce programme vise à favoriser l'accès aux aliments plus sains et à sensibiliser la population sur la nutrition et l'activité sportive. Cette sensibilisation passe notamment par des messages inscrits sur certains emballages alimentaires (« manger-bouger ») ou diffusés dans les médias (« mangez au moins 5 fruits et légumes par jour »). Cependant, ces messages explicites n'ont pas l'effet escompté sur le comportement des consommateurs et deviennent de moins en moins efficaces au cours du temps (Jacquier et al., 2012). Ces politiques de santé publiques supposent que les processus explicites sont primordiaux dans la construction de l'acte alimentaire. Toutefois, il paraît tout aussi important d'aller examiner les processus implicites et ainsi de mieux comprendre le rôle conjoint des processus explicites et implicites dans la construction de l'acte alimentaire.

Depuis dix ans, j'ai construit progressivement mon parcours scientifique de jeune chercheuse en travaillant dans trois équipes de renommée internationale œuvrant dans des domaines différents mais complémentaires (P. Perruchet en Apprentissage implicite, A. Cleeremans sur la Conscience, et S. Issanchou en Analyse sensorielle). L'excellence scientifique de ces équipes, tant dans

l'encadrement que dans les moyens mis à ma disposition, m'ont permis d'enrichir ma formation et d'accroître mes compétences pluridisciplinaires actuelles. Le fil conducteur de mes recherches reste la compréhension des mécanismes cognitifs (implicites et explicites) sous tendant les comportements.



# CONSCIENCE, COGNITION ET CHOIX ALIMENTAIRES

---

## Introduction

Les études s'intéressant au comportement alimentaire des personnes utilisent en général des tests « directs », c'est à dire des questionnaires, des rapports verbaux, pour mesurer ces comportements alimentaires (Chapelot & Louis-Sylvestre, 2004 ; Hebel, 2008). Cependant, ces tests directs présentent certaines limites en raison de réponses davantage « sociales » que sincères de la part des individus à des questions posées (Köster, 2003), ou en raison du fait que les motivations véritables de ces comportements ne sont pas accessibles consciemment (Bagozzi, 1991 ; Greenwald & Banaji, 1995). Du point de vue de la psychologie cognitive, nous

savons très bien aujourd'hui que ces mesures directes liées à la mémoire explicite peuvent être biaisées ou incomplètes (Nisbett & Wilson, 1977). En effet, qui par pudeur ou par volonté de conformité sociale n'a pas toujours donné son avis sincère concernant sa préférence pour tel ou tel produit, qui « sans le vouloir » a oublié les premiers éléments énoncés et donne donc sa réponse au hasard ? Dès lors, se dessinent ici les limites à utiliser ces mesures directes comme indicateurs objectifs du comportement alimentaire. C'est pourquoi, sans nier l'intérêt que peuvent parfois présenter les questionnaires, utiliser des mesures indirectes semble être un meilleur moyen d'appréhender les facteurs pouvant influencer le comportement du consommateur. Les mesures indirectes présentent l'avantage d'avoir accès à une information sur le fonctionnement cognitif, affectif ou moteur d'un individu sans avoir à lui demander directement un rapport verbal sur ce fonctionnement (Bagozzi, 1991 ; Roediger, 1990). Dès lors, en utilisant de telles mesures, il s'agit de s'intéresser à la composante non consciente de la mémoire, à savoir la mémoire implicite. Cette mémoire implicite permettrait de mémoriser des informations sans conscience d'y avoir été exposé (Schacter, 1987). Une manifestation de la mémoire implicite bien connue des psychologues est l'effet de simple exposition, ou « mere exposure effect ». Mis en évidence par Zajonc en 1968 (Zajonc, 1968 ; Whittlesea & Price, 2001), l'effet de simple exposition fait référence au fait que l'exposition répétée, non-renforcée à un stimulus augmente les sentiments positifs que l'on éprouve vis-à-vis de ce stimulus. En d'autres termes, nous avons tendance à préférer les objets ou personnes familiers indépendamment de l'influence d'autres facteurs. Le phénomène est d'autant plus intéressant qu'il se manifeste en l'absence de changements correspondants dans notre capacité à indiquer de manière précise si nous avons été préalablement exposés au stimulus concerné. L'étude de la mémoire implicite montre que la mémorisation non consciente d'une exposition à un stimulus (auditif, visuel ou olfactif) est possible et de même ordre que l'exposition soit incidente, peu attentive, oubliée ou même subliminale (Schacter, 1987 ; Richardson-Klavehn & Bjork 1988).

Appliquée au domaine alimentaire, la mémoire implicite serait donc un souvenir non conscient d'une exposition préalable à un stimulus qui induit un changement d'attitude ou de comportement vis-à-vis d'un aliment. De plus, d'un point de vue méthodologique, les tests indirects utilisés pour évaluer cette mémoire s'affranchissent des biais liés à la mémoire explicite avec les mesures auto-rapportées (Fazio & Olson, 1993). En effet, la caractéristique majeure des mesures de mémoire implicite est que l'on cherche à estimer la mémoire qu'ont les personnes d'un événement passé ou de stimuli auxquels elles ont été exposées sans leur poser de questions directes relatives à ces stimuli (Nicolas & Perruchet, 1998). Bien que les personnes ne parviennent pas à se rappeler ou à reconnaître explicitement le ou les stimuli, leurs performances se trouvent être au-dessus du hasard pour ces stimuli cibles comparativement à des stimuli nouveaux. C'est ce que l'on appelle le « priming » ou « **effet d'amorçage** » qui consiste en une

amélioration de la performance s'exprimant par une meilleure précision et une plus grande rapidité de réponse à des stimuli auxquels un sujet a été préalablement exposé, même s'il ne se souvient pas consciemment de l'épisode d'exposition. Alors que ces effets d'amorçage ont été largement étudiés avec des stimuli visuels et auditifs (Kouider & Dehaene, 2009 ; Dehaene & Changeux, 2011 ; Ansorge, Khalid et Laback ; 2016), les travaux portant sur l'amorçage avec des odeurs sont moins nombreux (Smeets & Dijksterhuis, 2014). L'une des premières expériences d'amorçage olfactif, celle de Schab & Crowder (1995), consistait à exposer les participants à une série d'odeurs associées à leur nom sous un prétexte quelconque (note de familiarité), puis à mesurer les capacités des participants à identifier ces odeurs amorcées par rapport à des nouvelles odeurs. Les résultats ont montré de meilleures performances (nombre de bonnes réponses plus élevé et temps de réponse plus court) pour les odeurs amorcées que pour les odeurs nouvelles. Cependant, étant donné notre difficulté à identifier les odeurs, il est difficile de savoir si les résultats observés par Schab & Crowder (1995) reflètent réellement l'acquisition d'une habileté cognitive (l'acquisition d'une "habileté" à retrouver le nom d'une odeur) et non l'acquisition de connaissances sémantiques (le "stockage" de l'association odeur-nom). En 2006, Guéguen et Petr se sont intéressés à l'influence des odeurs sur le comportement des consommateurs dans un restaurant. Ils ont montré que lorsqu'une odeur de lavande était diffusée dans une salle de restaurant, les clients restaient plus longtemps à table et consommaient plus que lorsqu'une odeur de citron était diffusée ou qu'aucune odeur n'était présente. L'ensemble de ces études montre qu'il existe bien un lien entre la perception d'une odeur et le comportement des personnes. Cependant, dans cette dernière étude, il est difficile de savoir avec précision si les individus ont conscience ou non de la présence de l'odeur dans l'environnement dans lequel ils se trouvent.

De tels résultats peuvent s'expliquer par l'existence d'un lien direct entre les modules de traitement olfactifs et des parties du système limbique, autrement dit par une voie directe entre perception et action (Knoblich & Sebanz, 2006). Cependant, le traitement des odeurs ne s'arrête pas au système limbique et des associations peuvent se former entre des odeurs et d'autres informations sensorielles, comme par exemple, des saveurs (Stevenson, Boakes et Prescott, 1998), des connaissances sémantiques ou des connaissances épisodiques (Degel, Piper, Köster, 2001 ; Stevenson et Boakes, 2003). En conséquence, l'effet d'un amorçage olfactif peut résulter de l'activation d'une association par l'amorce olfactive, cette association induisant elle-même une modification de performance ou de comportement. Ces associations sémantiques ont pour conséquence d'aller au-delà de simples associations en mémoire. Une excellente illustration de ce lien indirect entre perception et action réside dans l'étude de Holland, Hendriks et Aarts (2005). Ces auteurs ont demandé à leurs sujets de réaliser une tâche cognitive dans un local qui sentait ou ne sentait pas l'odeur d'un produit d'entretien à base

de citron, sans que ce fait ne leur soit mentionné. Après l'expérience, les sujets étaient invités à manger un biscuit sablé faisant beaucoup de miettes lorsqu'on le consomme. Les sujets étaient filmés à leur insu, et l'analyse de leur comportement a révélé que ceux qui avaient passé l'expérience dans un local sentant le produit d'entretien avaient plus tendance à ramasser les miettes que les autres. Les auteurs ont interprété ces résultats en suggérant que l'exposition incidente à l'odeur du produit d'entretien avait activé chez les sujets exposés le concept de propreté.

Dans le cadre de l'alimentation, il apparaît donc particulièrement intéressant et pertinent d'utiliser un amorçage de nature olfactive puisque l'odorat joue un rôle important dans l'appréciation et l'identification des aliments (Holley, 2006) et que, du point de vue évolutif et fonctionnel, l'odorat est en grande partie dédié à l'évaluation des aliments (Hoover, 2010). De plus, des odeurs alimentaires sont plus faciles à identifier que les odeurs non alimentaires (Boesveldt et al., 2010). Il faut considérer l'odorat comme un sens privilégié : c'est le seul à connaître un chemin quasi direct vers le cerveau. En effet, il existe des connexions directes entre les bulbes olfactifs et certaines régions limbiques (comme l'amygdale, le cortex piriforme ou l'hippocampe), c'est à dire des aires cérébrales impliquées dans de nombreux processus émotionnels et mnésiques (Knoblich & Sebanz, 2006; Soudry et al., 2011). Voir Figure 1.

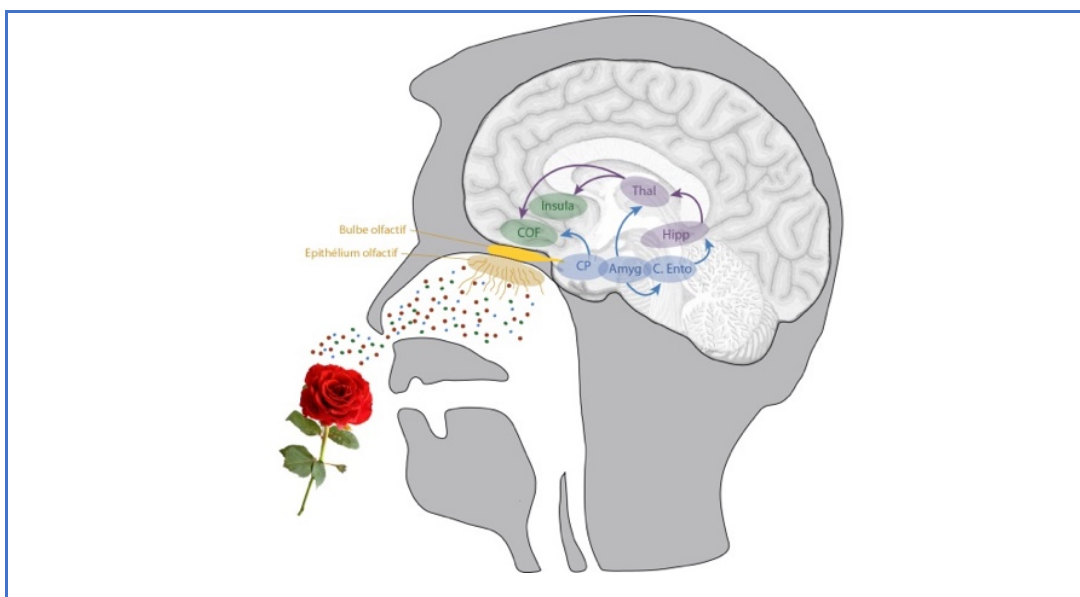
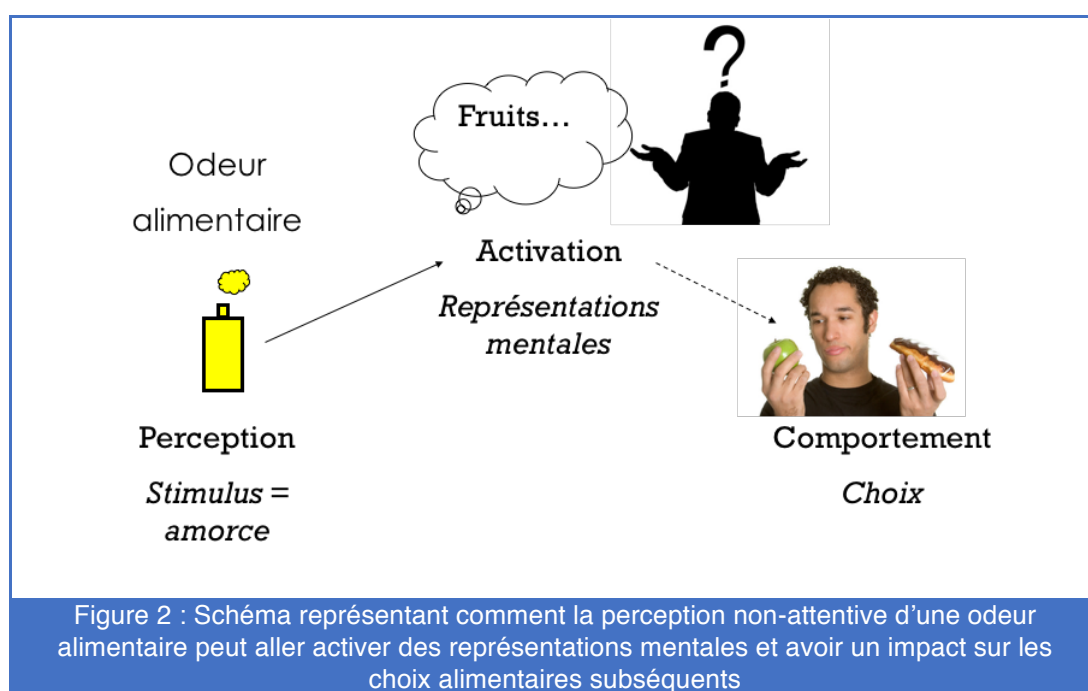


Figure 1. Schéma représentant le trajet des molécules odorantes jusqu'au cortex olfactif. Les molécules odorantes arrivent jusqu'à la muqueuse olfactive. Le système olfactif renvoie ce stimulus vers l'amygdale qui le transmet à l'hippocampe. Le message arrive enfin dans l'hypothalamus.

Le point de départ de mes recherches a donc été de repartir des travaux de

Holland et collaborateurs (2005) et d'appliquer un tel schéma au domaine alimentaire afin d'examiner comment une amorce appartenant au domaine alimentaire pourrait soit influencer directement le comportement de consommation, soit aller activer inconsciemment un concept de haut niveau/ une représentation qui entraînerait alors un autre comportement de consommation (voir Figure 2). En effet, un des verrous scientifiques majeurs à lever est la compréhension des mécanismes cognitifs impliqués dans les situations de prises de décision et de choix alimentaires. Pour ce faire, j'ai initié une nouvelle série de travaux permettant de comparer l'impact de plusieurs types d'amorçage sur les choix alimentaires ultérieurs. La réalisation de ces travaux apporte des outils méthodologiques novateurs et fournit un nouvel éclairage sur l'impact d'amorçages préalables sur le comportement de choix et de consommation.



Mes travaux seront présentés et détaillés ci-dessous selon quatre volets. Tout d'abord, mes travaux ont été développés chez l'adulte sain puis chez le sujet âgé pathologique (Volet 1). Ils se sont ensuite étendus chez l'enfant normo-pondéral puis chez l'enfant en surpoids et/ou obèse (Volet 2). Puis, les explorations comportementales en amorçage sont élargies vers un exploration par imagerie cérébrale (Volet 3). Enfin, dans un dernier volet, j'adopte une approche psychosensorielle pour étudier les freins/ les leviers à la consommation de légumineuses (Volet 4). **La cohérence de l'ensemble de mon travail reste l'étude des mécanismes cognitifs et la compréhension de l'impact de différents signaux sensoriels (odeurs, images, messages) sur les prises de décision et les choix alimentaires chez ces différentes populations.**



## Volet 1 – Travaux chez l'Adulte : Choix alimentaires, Conscience et Cognition

### EFFET D'UN AMORÇAGE OLFACTIF SUR DES CHOIX ALIMENTAIRES CHEZ DES ADULTES « SAINS »

D'Octobre 2011 à Décembre 2013, j'ai co-encadré le travail de thèse de Marie Gaillet. Ces travaux ont été réalisés en utilisant une odeur alimentaire comme « amorce » afin de voir son impact d'une part sur des intentions de choix et d'autre part sur des choix alimentaires en situation réelle de consommation. Dans chacune de nos études, un faux prétexte a été utilisé afin de ne pas focaliser l'attention des participants sur les stimuli olfactifs et de permettre ainsi une exposition incidente (implicite).

S'agissant de sélectionner des amorces évoquant des aliments considérés comme « sains » (Darmon et al., 2009), nous avons choisi de travailler sur des odeurs de fruits. Dans une première étude, un odorant melon a été choisi comme amorce olfactive. D'une part, Chrea et al. (2005) ont montré que l'odeur de melon était évaluée comme très typique de la catégorie des fruits, ce qui en faisait un bon candidat comme odeur prototypique de fruit. D'autre part, une expérience préliminaire conduite avec des participants différents de ceux inclus dans notre étude d'amorçage, a confirmé les résultats obtenus par Chrea et al., à savoir que l'odeur de melon était jugée comme très typique de la catégorie des fruits (avec une note moyenne de 8.9 sur 10).

Dans une première série d'études, les participants ont été aléatoirement répartis dans deux conditions. Dans une condition expérimentale d'amorçage olfactif, les participants patientaient dans la salle d'attente qui était odorisée avec un odorant melon, à l'aide d'un diffuseur d'odeur. L'odorisation de la salle était effectuée 30 minutes avant l'entrée des participants de sorte que l'odeur de melon soit à peine perceptible. Dans une condition contrôle, les participants patientaient dans laquelle la salle d'attente qui n'était pas odorisée.

Cinquante-huit participants ont été recrutés et assignés de manière aléatoire à une condition amorçage-melon (19-43 ans ; âge moyen = 28 ans ; 19 femmes et 10 hommes) ou une condition contrôle (19-47 ans ; âge moyen = 27 ans ; 19 femmes et 10 hommes). Tous les participants ont réalisé les tests suivants :

**Tâche « leurre » de catégorisation d'objets.** Cela permettait de faire patienter, dans la salle d'attente, les sujets pendant les 10 minutes d'amorçage dans les

mêmes conditions attentionnelles. De plus, cette tâche accréditait notre faux prétexte puisqu'ils réalisaient une première tâche de catégorisation.

**Tâche de décision lexicale.** La tâche incluait une phase de familiarisation au cours de laquelle les participants réalisaient six essais, et une phase expérimentale durant laquelle ils réalisaient 96 essais expérimentaux, dans un ordre aléatoire. Cette phase expérimentale était interrompue par deux pauses tous les 32 essais. Chaque essai s'exécutait de la façon suivante : il était demandé au participant de fixer une croix au centre de l'écran d'ordinateur pendant deux secondes, puis une chaîne de lettres apparaissait à la place de cette croix jusqu'à ce que le participant réponde « oui » ou « non » à la question « Ce mot porte-il un sens ? ». Pour répondre, il devait appuyer sur la touche correspondante du clavier (touches « a » ou « p », recouvertes d'une gommette verte pour la réponse « oui » et rouge pour la réponse « non »). Un écran blanc apparaissait alors finalement pour une pause d'une seconde avant le début du prochain essai. Les 96 essais expérimentaux incluaient 48 chaînes de lettres sans signification, mais prononçables (« plour », « balbu », « coumete » par exemple), que l'on appelle des non-mots, et 48 mots portant un sens. Parmi ces 48 mots, 24 étaient des mots neutres vis-à-vis de l'alimentation (e.g. « maison », « costume », « clair ») ; 12 étaient des mots liés à des aliments à haute densité énergétique (e.g. « crème », « gâteau », « sucre ») ; et 12 étaient des mots liés à la catégorie alimentaire fruits et légumes (e.g. « salade », « pomme », « abricot »). Cette dernière catégorie contenait le mot « melon ». Les chaînes de lettres ont été choisies en tenant compte du nombre de lettres (i.e. pas moins de cinq, ni plus de sept lettres), ainsi que du nombre de syllabes (i.e. autant de mots à une, deux ou trois syllabes dans chaque catégorie de chaîne de lettres – non-mots, mots neutres, mots relatifs à des aliments à haute densité énergétique, mots relatifs à la catégorie des fruits et légumes). Nous avons également veillé à respecter la fréquence d'occurrence des lettres dans la langue française pour les non-mots.

**Tâche d'intention de choix sur un menu.** Les participants étaient ensuite invités à indiquer leurs intentions de choix pour une entrée, un plat, un dessert et une boisson sur un menu de restaurant. Pour chacune des quatre rubriques du menu, une liste était proposée comportant 5 items n'ayant aucun rapport avec le concept « manger sain » et 5 items ayant un lien avec ce concept. Ce test permettait de mesurer une intention de consommer des aliments en lien avec le concept « manger sain » ou non, et de voir ainsi l'impact de notre amorçage.

**Questionnaire d'investigation.** Les participants devaient écrire quel était, selon eux, le but de l'étude à laquelle ils venaient de participer, si quelque chose les avait surpris au cours de cette étude, et si tel était le cas, s'ils pensaient que cela avait pu influencer leurs performances à un ou plusieurs tests.

En ce qui concerne la tâche de décision lexicale, les réponses incorrectes (i.e. « non » pour un mot, ou « oui » pour un non-mot) ont été exclues des analyses

(2.2 % des données). Les temps de réaction individuels ont été transformés *via* une transformation inverse  $1/Y$ . Nous avons donc travaillé sur des vitesses de réaction. Cette transformation a permis d'améliorer la symétrie des distributions (Ratcliff, 1993). En conséquence, la transformation a permis de faire disparaître les données « outliers », et d'obtenir l'homogénéité des variances. Nous avons ainsi évité de supprimer des données (contrairement à ce qui est classiquement effectué dans le traitement des tâches de décision lexicale, pour supprimer les « outliers »).

En ce qui concerne la tâche de composition d'un menu, la proportion de choix se rapportant à des mets contenant des fruits et légumes a été déterminée pour chaque groupe et pour chaque catégorie de plat (entrée, plat principal et dessert).

Les résultats de cette étude montrent que dans la tâche de décision lexicale, les vitesses de réaction pour le mot « melon » étaient significativement plus élevées dans la condition amorçage-melon que dans la condition contrôle ( $p < .01$ ) (voir Figure 3).

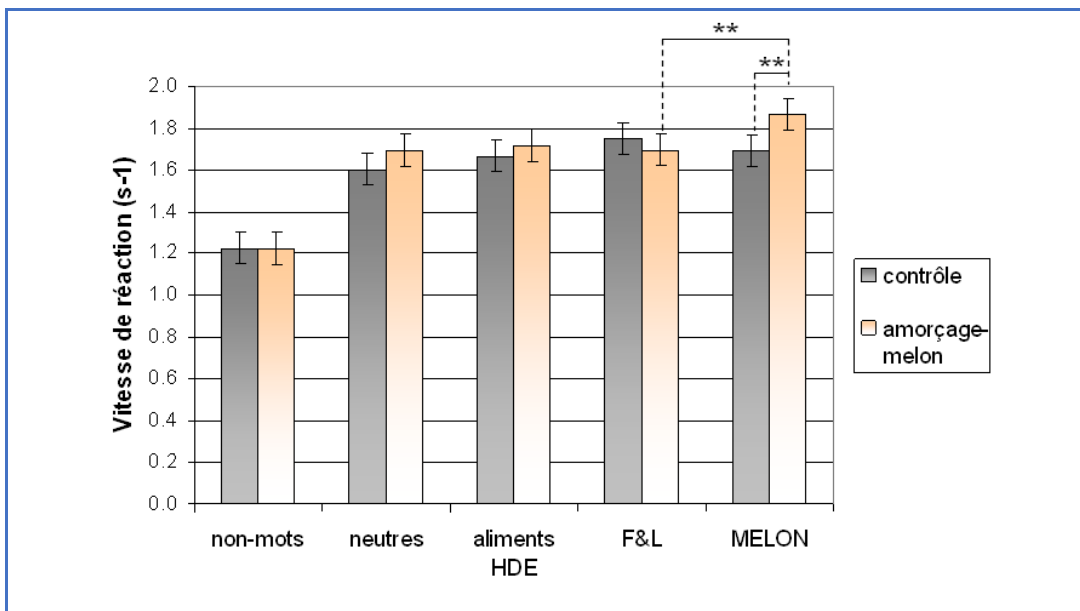
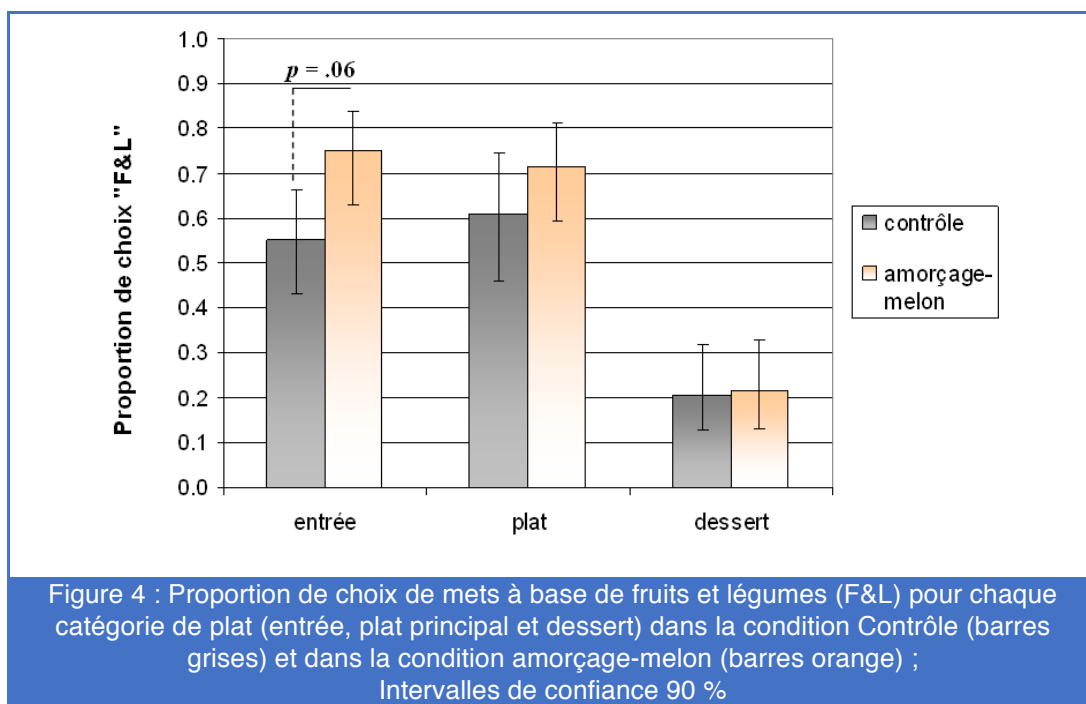


Figure 3: Moyennes de vitesses de réaction dans la condition contrôle (barres grises) et dans la condition amorçage-melon (barres orange) pour chaque catégorie de mots à deux syllabes (non-mots, mots neutres, mots représentatifs d'aliments à haute densité énergétique HDE, mots relatifs à la catégorie des fruits et légumes F&L hors mot « melon », et mot « melon ») ; Intervalles de confiance 95 % ; \*\*  $p < .01$

En outre, les participants dans la condition amorçage-melon répondaient plus rapidement pour le mot « melon » spécifiquement que pour les autres mots relatifs à la catégorie des fruits et légumes, à deux syllabes ( $p < .01$ ). Cette différence n'était pas observée dans la condition contrôle ( $p = .30$ ). La même analyse réalisée

sur chacun des autres mots relatifs à la catégorie des fruits et légumes, à deux syllabes, ne révélait aucun effet comparable sur ces mots.

Concernant les intentions de choix, les résultats indiquent que les participants amorcés avec l'odeur de melon tendaient à choisir des entrées composées de légumes plus fréquemment que les participants dans la condition Contrôle (voir Figure 4)

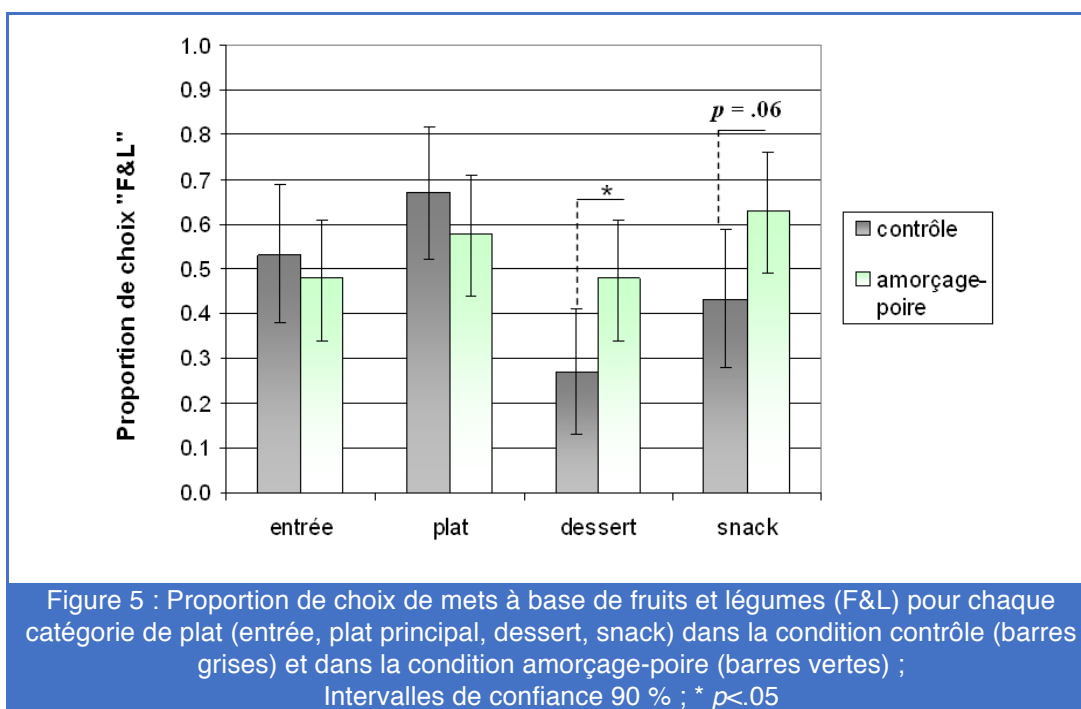


Dans une seconde série d'études, nous avons choisi d'utiliser une odeur de poire, car la poire représente un fruit consommé principalement en dessert.

Dans une première étude, soixante-dix participants ont été recrutés et ont été assignés de manière aléatoire soit dans une condition Amorçage-poire (18-48 ans ; âge moyen = 28 ans ; 23 femmes et 17 hommes), soit dans une condition Contrôle (18-45 ans ; âge moyen = 29 ans ; 19 femmes et 11 hommes). Cette étude est basée sur le même protocole que celui décrit ci-dessus : une phase d'amorçage en salle d'attente avec un faux prétexte, suivie d'une phase de test où les participants devaient faire des intentions de choix sur un menu. A la fin de cette étude, il était demandé aux participants de choisir entre une compote de pommes ou une tranche de brownie à emporter, en remerciement de leur participation (*choix d'un snack*). Ils remplissaient finalement le *Questionnaire « d'investigation »*.

Les résultats indiquent que les participants amorcés avec l'odeur de poire choisissaient, sur le menu, des desserts à base de fruits plus souvent que les

participants en condition Contrôle (voir Figure 5). De plus, ils avaient tendance à plus choisir le snack fuité (compote) que les participants du groupe Contrôle.

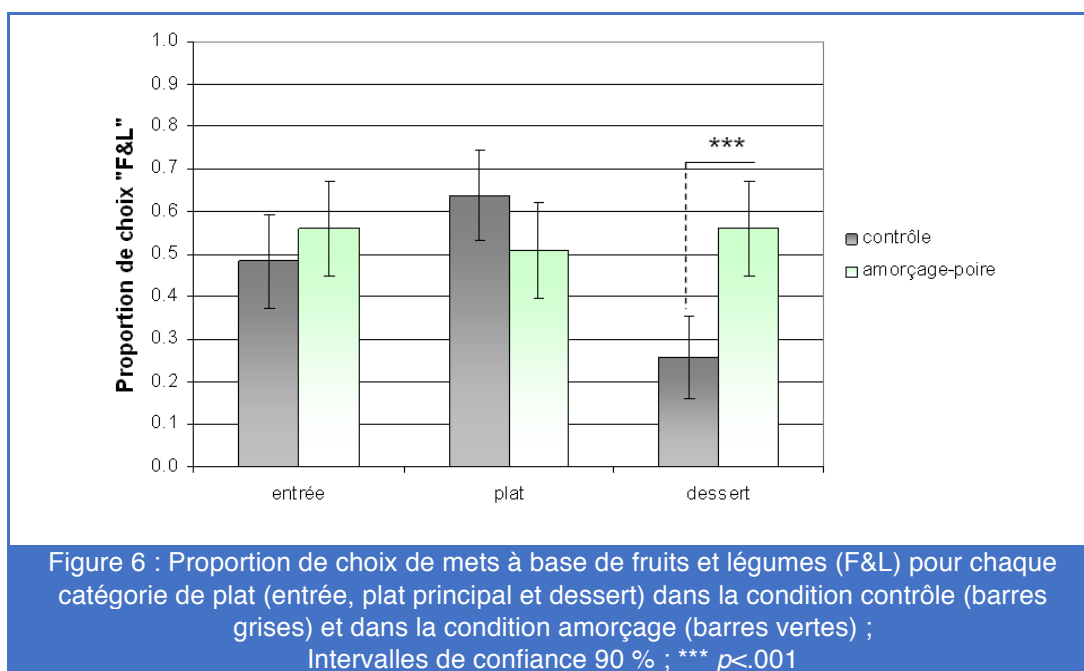


Nous avons poursuivi cette étude en étudiant cette fois l'impact d'une odeur de poire sur les choix réels de participants sur un buffet. Pour ce faire, nous avons réalisé une seconde étude en utilisant toujours le même protocole.

Cent-quinze participants ont été recrutés et assignés de manière aléatoire à une condition Amorçage (18-52 ans ; âge moyen = 27 ans ; 42 femmes et 15 hommes) ou une condition Contrôle (18-50 ans ; âge moyen = 25 ans ; 42 femmes et 16 hommes). Les participants patientaient dans la salle d'attente qui avait été soit odorisée au préalable avec une odeur de poire, soit non odorisée. Ensuite, ils quittaient cette salle pour se rendre dans une autre pièce où ils allaient passer individuellement devant un buffet afin de choisir une entrée (carottes râpées ou charcuterie), un plat chaud (lasagnes ou poisson) et un dessert (compote de pomme ou brownie). L'ensemble des plats proposés avait été au préalable évalué par d'autres participants afin de s'assurer qu'ils soient bien considérés comme « sains » versus « à haute densité énergétique » mais que du point de vue hédonique, ces aliments soient tous appréciés de la même façon.

Les résultats obtenus viennent confirmer et enrichir les résultats précédents et mettent en évidence qu'une odeur est capable d'activer, de manière non consciente, des représentations ayant un impact sur les choix réels de consommateurs adultes. En effet, les participants qui avaient été exposés de

manière incidente à l'odeur de poire choisissent plus de desserts contenant des fruits que des individus n'ayant pas été exposés à l'odeur ( $p < 0.01$ ). Voir Figure 6.



**En résumé :** Ce paradigme d'amorçage olfactif nous a permis de mettre en évidence les effets d'odeurs fruitées sur les comportements de choix alimentaires. Nous avons ainsi démontré que des individus amorcés olfactivement à l'aide d'une odeur de melon (Gaillet et al., 2013) ou de poire (Gaillet et al. 2014) s'orientent vers des choix d'aliments à base de fruits et légumes sur l'entrée et le dessert, comparé à des individus d'un groupe contrôle. Ces deux études montrent bien l'impact que peuvent avoir des odeurs (non-attentivement perçues) sur nos comportements alimentaires quotidiens sans que les individus n'en soient pleinement conscients.

## VALORISATION



2 Articles: Food Quality and Preference (P6), Appetite (P5)  
 10 Communications orales (CO6, CO7, CO8, CO9, CO12, CO13, CO14, CO16, CO17, CO18)  
 7 Communications affichées (CA13, CA14, CA15, CA17, CA18, CA19, CA20)

## EFFET D'UN AMORÇAGE OLFACTIF CHEZ DES PERSONNES AGEES ATTEINTES PAR LA MALADIE D'ALZHEIMER (2013).

La maladie d'Alzheimer est une maladie neurodégénérative (perte progressive de neurones) incurable du tissu cérébral qui entraîne la perte progressive et irréversible des fonctions cognitives et notamment de la mémoire. Bien avant le stade démentiel, la maladie d'Alzheimer se traduit par l'apparition de troubles cognitifs (troubles mnésiques et attentionnels, troubles de l'orientation, troubles du langage) et éventuellement de troubles du comportement (y compris du comportement alimentaire) ou de la personnalité. L'évolution se fait sur plusieurs années avec l'apparition d'une dépendance progressive pour les activités de la vie quotidienne (toilette, habillage, alimentation, déplacement). Cette maladie est la cause principale de dépendance du sujet âgé et le motif principal d'entrée en institution.

Les troubles du comportement alimentaire apparaissent souvent très tôt dans cette maladie et s'aggravent si aucune prise en charge n'est mise en place (Gillette-Guyonnet, Lauque & Ousset, 2005; Guyonnet et al., 1999; Rio, Jeannier, Lejeune & Noah, 2011). De fait, la maladie d'Alzheimer est associée à de nombreux facteurs susceptibles d'entraîner une baisse de la prise alimentaire, tels que des troubles neuropsychiatriques, des troubles praxiques ou la poly-médication. On estime que 30 à 40 % des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer souffrent de dénutrition (Gillette-Guyonnet et al., 2005 ; Smith & Greenwood, 2008). La dénutrition correspond à un déficit des apports nutritionnels, en termes de calories et/ou de nutriments et de micronutriments. Ses conséquences sont multiples et comprennent entre autres, la fonte musculaire et une altération des défenses de l'organisme. Pour la personne âgée dénutrie, le risque est d'entrer dans un « cercle vicieux » : sans prévention et sans prise en charge, la dénutrition entraîne une diminution de la mobilité, un risque accru de chutes ou de fractures, une vulnérabilité vis-à-vis des maladies infectieuses et une aggravation des maladies chroniques, qui elles-mêmes contribuent à la perte d'appétit et à la dénutrition (Ferry et al., 2007 ; Morley, 1998 ; Raynaud-Simon & Lesourd, 2009). Pour les patients atteints de la maladie Alzheimer, la dénutrition aggrave le déclin des capacités cognitives et fonctionnelles, notamment en institution (Blin, Ferry, Maubourguet-Ake & Vetel, 2011 ; Lauque et al., 1999 ; Riviere et al., 2001). Lutter contre la dénutrition chez les personnes âgées atteintes de la maladie d'Alzheimer représente donc un enjeu médical, scientifique, social et économique majeur dans tous les pays développés où l'espérance de vie s'est accrue régulièrement depuis un siècle.

Dans de nombreuses Unités de Vie Protégée où vivent les patients atteints de la maladie Alzheimer (ces unités sont des petites structures intégrées aux maisons de retraite, offrant un espace sécurisé et adapté aux patients atteints de la maladie

Alzheimer ou d'une maladie apparentée), les repas sont apportés aux résidents dans un chariot à l'heure du repas. Il s'ensuit une disparition des repères qui pourraient permettre aux résidents de voir l'heure du repas approcher, tels que la présence d'une personne en train de cuisiner, la vue d'aliments en train d'être préparés, la présence d'odeurs de cuisine, etc. En particulier, l'odeur dominante dans ce type de structure est en général une odeur de détergent/désinfectant, et ce même dans les minutes qui précèdent les repas. Or, si de nombreux auteurs ont montré une baisse des capacités olfactives chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer, notamment une baisse de la capacité à identifier les odeurs, certains éléments indiquent que ces patients resteraient capables de détecter les odeurs lorsque ces dernières sont présentées à des concentrations plus élevées (Doty, 1991 ; pour une revue complète, voir Meshulam et al., 1998).

Par ailleurs, même si les patients atteints de la maladie d'Alzheimer présentent des défaillances sévères pour récupérer consciemment des informations du passé, ces patients pourraient rester capables d'accéder à certaines expériences préalables grâce à des processus non-conscients de mémoire. Ces capacités cognitives résiduelles de mémoire implicite, qui perdurent longtemps, se manifestent notamment au travers d'effets d'amorçage. Les patients atteints de démence de type Alzheimer montrent des effets d'amorçages dits « perceptifs » (i.e. impliquant des processus perceptifs, à un niveau pré-sémantique) intacts (Postle, Corkin & Growdon, 1996). En ce qui concerne la capacité des patients atteints de démence de type Alzheimer à traiter des stimuli émotionnels, l'utilisation du paradigme d'amorçage affectif a permis de mettre en évidence la possibilité d'une activation rapide, automatique et non-consciente de l'information émotionnelle chez ces patients (Padovan, Versace, Thomas-Anterion, & Laurent, 2002 ; Versace, Auge, Thomas-Anterion, & Laurent, 2002).

Nos premières études ont permis de démontrer l'impact d'un amorçage olfactif sur le comportement de choix alimentaires auprès d'adultes « sains ». L'objectif de ces travaux était de poursuivre nos recherches et d'étudier l'impact de la diffusion d'une odeur alimentaire avant le déjeuner (amorçage olfactif) sur la prise alimentaire et le comportement à table, au cours du déjeuner chez des personnes âgées atteintes de maladie d'Alzheimer ou d'une maladie apparentée, vivant en Unité de Vie Protégée. Mon hypothèse était donc que l'utilisation d'une odeur devrait permettre de réactiver des souvenirs/ une envie via la mémoire implicite. Etant donné que nous allions travailler avec des personnes âgées avec une pathologie entraînant une diminution des capacités olfactives, l'odeur alimentaire était diffusée à une intensité élevée (i.e. perceptible pour des adultes sains).

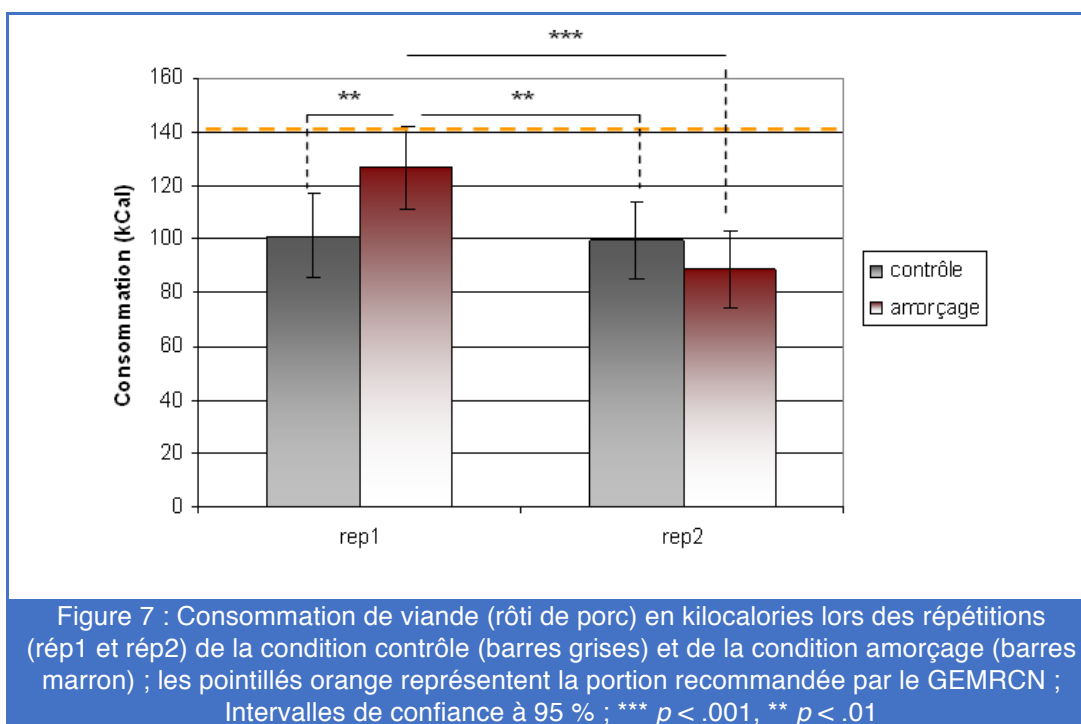
Trente-deux personnes âgées déclarées atteintes de la maladie d'Alzheimer ou d'une maladie apparentée, vivant en Unité de Vie Protégée, ont été recrutées (75-98 ans ; âge moyen = 86 ans ; 25 femmes et 7 hommes) et ont participé à deux déjeuners expérimentaux et deux déjeuners « contrôle », à raison d'un déjeuner



par semaine. Pour chaque participant, le menu habituellement proposé par le service de restauration de l'EHPAD est resté strictement identique pendant les quatre déjeuners. Le menu a été choisi par la diététicienne en charge des patients, pour n'être ni très apprécié ni très déprécié des participants. Il était strictement le même à chaque séance : en entrée, carottes râpées et sauce vinaigrette ; en plat principal (plat chaud), rôti de porc et haricots verts ; en fromage, fromage blanc sucré ; et en dessert, compote sans sucre ajouté. Les personnes étaient servies *ad libitum* (i.e. dès qu'une assiette revenait vide, un re-service était proposé). Pour les participants ayant une alimentation à texture modifiée, le menu variait très légèrement : les carottes râpées étaient mixées, de même que la viande qui était accompagnée de purée de pommes de terre. Les quantités par service respectaient les recommandations du GEMRCN (Groupement d'Etude des Marchés en Restauration Collective et de Nutrition).

Durant les deux séances d'amorçage, les participants ont été exposés à une odeur de sauté de bœuf, un quart d'heure avant l'heure du déjeuner.

Deux critères ont permis d'évaluer l'impact de l'odeur : une mesure de la prise alimentaire permettant de connaître les quantités consommées lors de chaque déjeuner et une évaluation du comportement à table par le biais d'une grille d'observation permettant d'évaluer la déambulation, les interactions, l'accueil fait au plat, etc.



Les résultats (voir Figure 7) indiquent un effet positif de l'amorçage olfactif lors de

la première répétition (rep 1 : c'est à dire lors de la première comparaison entre la condition contrôle et la condition amorçage). En effet, dans la situation où l'odeur a été préalablement diffusée pour la première fois, les participants consomment plus que lorsque l'odeur n'y est pas. Cet effet est plus marqué sur la consommation de viande. Cependant, cet effet significatif de l'amorçage disparaît lors de la deuxième répétition (rep 2), c'est à dire lors de la seconde comparaison entre la condition contrôle et la condition d'amorçage. Dans ce cas-là, la consommation globale est d'ailleurs plus faible en présence de l'odeur que dans la condition contrôle.

Les données concernant le comportement des résidents à table vont dans le même que celles des consommations. En effet, les résultats indiquent que l'accueil fait au plat principal était évalué comme significativement meilleur lors de la première répétition de la condition amorçage, par rapport à la première répétition en condition contrôle mais que cet effet disparaissait lors de la seconde répétition.

L'ensemble de ces résultats est particulièrement intéressant puisqu'il montre que la présence d'une odeur semble « remotiver » l'envie de manger. Toutefois, cet effet positif disparaît après plusieurs expositions à l'amorce. Il reste à comprendre pourquoi et voir si cet effet se maintient dans le cas où l'on utiliserait deux amorces olfactives différentes.

**En résumé :** Cette étude a permis de montrer que la présence d'une amorce olfactive (une odeur de viande) avant un déjeuner pouvait influencer la prise alimentaire et le comportement à table des personnes âgées vivant dans une Unité de Vie Protégée. Même si ces résultats sont à confirmer avec d'autres établissements, il semble qu'introduire des « amorces » annonçant le repas contribue à mettre les personnes âgées en appétit et cela pourrait s'avérer être un outil pertinent pour lutter contre la dénutrition au sein de cette population.

## VALORISATION



1 Communication orale (CO11)  
1 acte de conférence (AC6)

## IMPACT D'UN AMORÇAGE OLFACTIF ET AUDITIF SUR LES CHOIX ALIMENTAIRES (2013-2014)

Si aujourd'hui, il est établi que des amorces visuelles et olfactives ont un impact sur les choix alimentaires, il est important de se questionner sur un possible impact d'amorce auditive sur les choix alimentaires d'un individu au quotidien. En effet, la

population française est aujourd'hui confrontée à des messages audio diffusés à la radio ou à la télévision qui vantent les mérites de tel ou tel produit alimentaire ou encore des messages qui recommandent d'avoir une alimentation équilibrée et d'éviter de manger des produits trop gras, trop salés ou trop sucrés. Pourtant, l'impact réel de ces messages de santé publique est peu évalué. Si des odeurs d'aliments perçues de manière non-attentive ont un impact sur l'alimentation d'un individu, est-ce que des messages audio, perçus bien souvent de manière non-attentionnelle également, peuvent aussi avoir un impact sur ces choix alimentaires ? C'est dans l'optique d'apporter des réponses à ce questionnement que cette étude est centrée sur l'amorçage olfactif et auditif et leur impact sur les choix alimentaires chez des sujets adultes normo-pondéraux.

147 participants (32 hommes et 115 femmes, âge moyen = 33.82 ans) ont pris part à cette étude et ont été assignés aléatoirement à quatre conditions expérimentales : une condition olfactive (n=38), une condition auditive (n=37) ou une condition olfactive et auditive (n=35) et une condition contrôle (n=37). De manière identique au protocole de Gaillet et collaborateurs, les participants venaient au laboratoire sous un faux prétexte et patientaient 10 minutes en salle d'attente avant les tests. Pour la condition olfactive, les participants étaient exposés à une odeur de « pain au chocolat » présente à une intensité à peine perceptible dans la salle d'attente. Pour la condition auditive, ils étaient exposés à un message auditif de nutrition (« pour votre santé, évitez de manger trop gras, trop salé, trop sucré »). Un troisième groupe de participants était exposé simultanément aux amorces olfactive et auditive. Dans la condition contrôle, les participants n'étaient exposés à aucune stimulation. Après cette attente, les participants quittaient cette salle et entraient dans une nouvelle salle dans laquelle était disposé, sous forme de buffet, le déjeuner qu'ils allaient composer et manger sur place. Les participants passaient individuellement et les uns après les autres devant une table sur laquelle étaient présentés sous cloches transparentes et dans des assiettes en porcelaine blanche : 2 entrées (carottes râpées / assiette de charcuterie), 2 plats principaux (saumon et son risotto verde / lasagnes) et 2 desserts (compote / gaufre). Il était demandé aux participants de composer leur repas en choisissant une entrée, un plat principal et un dessert.

Les résultats (voir Figure 8) indiquent que les participants amorcés avec une odeur de « pain au chocolat » tendent à choisir plus le dessert perçu comme non sain (la gaufre) que les participants de la condition Contrôle (p=0.06). Les participants amorcés avec un message audio nutritionnel choisissent de consommer plus le dessert perçu comme non sain (la gaufre) que les participants de la condition Contrôle (p=0.03). Dans la dernière condition (amorce olfactive et auditive), les participants choisissent de consommer plus le dessert perçu comme non sain (la gaufre) que les participants de la condition Contrôle (p=0.01).

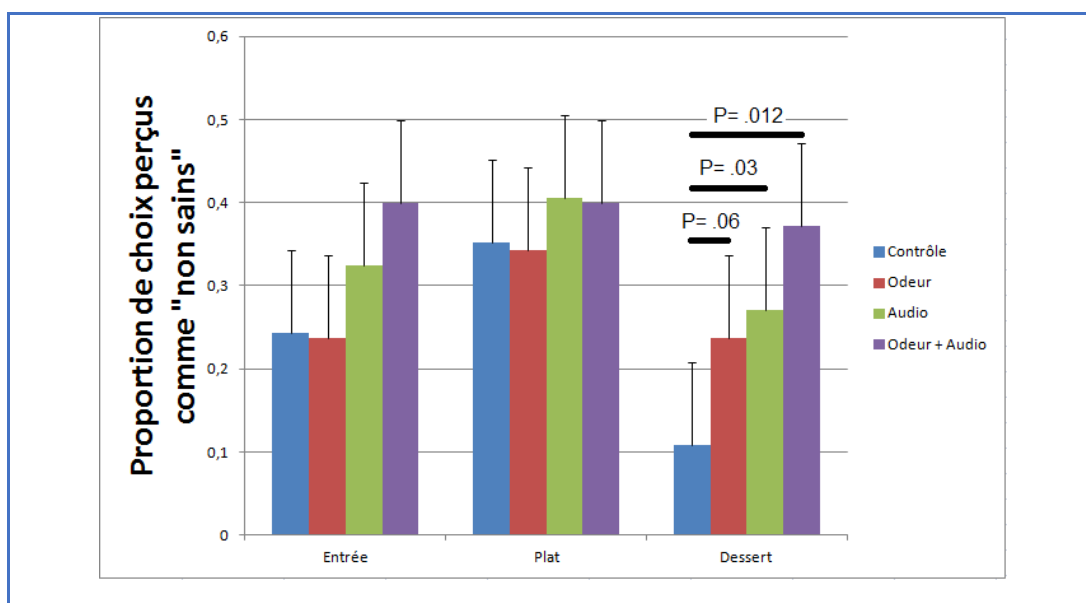


Figure 8 : Proportion de choix de mets perçus comme « non sains » pour chaque catégorie de plat (entrée, plat principal et dessert), en fonction des différents groupes expérimentaux. Plus le score est élevé, plus les participants choisissent des plats perçus comme « non sains » ; Intervalles de confiance à 95%.

**En résumé :** Ces résultats confirment bien que la perception non-attentive d'une odeur peut impacter les choix alimentaires. Cette fois, nous avons mis en évidence qu'un amorçage avec une odeur d'aliment palatable oriente les choix des individus vers un dessert « gourmand ». De manière étonnante, nous avons révélé qu'un amorçage auditif avec un message nutritionnel de prévention oriente également les individus vers des desserts perçus comme non sains. De plus, en présence de l'odeur de pain au chocolat ET du message de prévention, les intentions de choix vers des aliments à haute densité énergétiques sont encore plus importants. De tels résultats peuvent remettre en question l'efficacité des messages de santé publique lorsqu'ils sont diffusés à la radio.

## VALORISATION



1 article dans Appetite (P4)  
 1 acte de conférence (AC5)  
 1 poster ECRO 2014 (CA12)

Comme je l'ai mentionné lorsque j'ai présenté le contexte de mes travaux, aujourd'hui, l'utilisation de questionnaires est la seule méthode de mesure directe de l'envie/ de l'intention de manger. Cependant, les réponses obtenues peuvent souffrir d'un « biais de désirabilité sociale ». Ce biais se traduisant, par exemple, par des réponses en conformité avec la norme sociale et les attentes de l'expérimentateur et qui ne traduit pas toujours les opinions véritables des individus (par exemple, lorsque l'on interroge les personnes sur leur consommation, ils répondent « Je mange 5 fruits et légumes par jour » alors que dans les faits, ce n'est pas toujours le cas). C'est pourquoi, la mise au point d'une autre méthode de mesure permettant de s'affranchir de ces biais serait une alternative intéressante. L'utilisation de réponses physiologiques semble être une voie d'étude possible. La question est de savoir quels types de réponses physiologiques permettraient de traduire l'envie de manger. Le fait de me poser cette question m'a conduit à me tourner vers des collègues de l'équipe 1, spécialistes dans les domaines de la salivation (Eric Neyraud, CR1) et de la mastication (Carole Tournier, IR), afin de bénéficier de leurs connaissances et de leurs compétences afin de savoir si la salive, et plus spécifiquement le flux salivaire pourrait représenter un bon indicateur physiologique traduisant l'envie de manger. Nous avons conduit une première étude exploratoire dans le cadre d'un stage de M1 par une étudiante (Virginie Kiat) dans le Master Physiologie Nutrition Alimentation Santé de l'Université de Bourgogne. Pour faire suite, nous avons déposé un sujet de Master 2 Recherche et nous avons poursuivi nos investigations lors du stage de Clémence Simart (M2R Sciences de l'Aliments Sensorialité et Comportement).

Les résultats issus d'une première étude (durant le stage de Master de V. Kiat) menée en évaluation sensorielle sur 15 participants ont permis de sélectionner des odeurs ressortant comme donnant « l'eau à la bouche » lorsque les personnes étaient explicitement interrogées. Par contre, nos premiers résultats de mesure du flux salivaire étaient très difficiles à interpréter en raison d'une grande variabilité individuelle et en raison du faible nombre de participants que nous avons eu (seulement 5 participants). Nous avons décidé de poursuivre nos investigations en affinant notre protocole afin de déterminer s'il existait un lien entre l'exposition à une odeur et les sécrétions salivaires totales et parotidiennes, de savoir si les réponses déclaratives étaient liées au flux salivaire. Nous avons donc réalisé une nouvelle étude (durant le stage de Master 2 de C. Simart) dans laquelle 30 hommes ont participé à trois séances de collecte de salive totale par crachat, suite à des stimulations olfactives. Quatre odeurs ont été présentées : citron, fraise, jambon, thym, ainsi qu'un flacon témoin sans odeur. Durant ces séances, les sujets ont évalué l'hédonicité, l'intensité, l'appétence de chaque odeur et la

salivation ressentie après flairage (mesures déclaratives).

Cinq sujets, pour lesquels une augmentation du flux salivaire total a été observée suite aux stimulations odorantes, ont été retenus pour mesurer leur flux salivaire parotidien. La salive issue d'une glande parotide a été collectée et son débit mesuré en temps réel à l'aide d'un Lashley cup couplé à un fluxmètre (voir Figure 9). Les odeurs de citron, de jambon et le témoin sans odeur ont été utilisées durant cette phase.



Figure 9 : Photographies du système de collecte de la salive parotidienne (Lashley Cup).

Les résultats cette étude indiquent une augmentation des flux salivaires total et parotidien suite aux stimulations olfactives (voir Figure 10). Cependant, aucun lien n'a été mis en évidence entre les mesures déclaratives et les mesures de flux salivaire. Cette étude semble montrer que l'expression « avoir l'eau à la bouche » n'est pas reliée à des mesures physiologiques de la salivation.

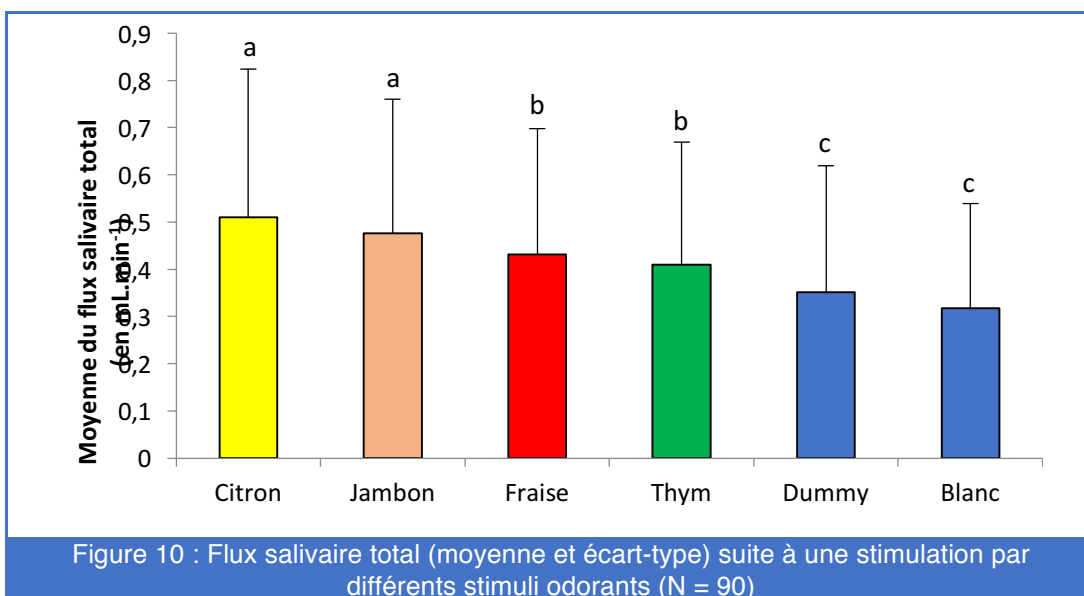


Figure 10 : Flux salivaire total (moyenne et écart-type) suite à une stimulation par différents stimuli odorants (N = 90)

**En résumé** : De manière déclarative, tout le monde semble s'accorder sur l'existence du phénomène "Avoir l'eau à la bouche" pour indiquer qu'une odeur d'aliment fait saliver. Toutefois, les résultats de cette étude mettent en évidence que ces déclarations ne sont pas reliées à la mesure objective de salivation.

## VALORISATION



2 actes de conférence (AC3, AC4)  
1 poster ECRO 2014 (CA9)

## Volet 2 – Travaux chez l'Enfant : Mesure du Plaisir, Attitudes et Amorçage

### MESURE DU PLAISIR ALIMENTAIRE CHEZ L'ENFANT VIA INTERNET –MIAM- (2012-2014)

Cet axe de recherche vise à établir des typologies psycho-cognitives différenciées d'enfants selon leurs attitudes plus ou moins hédonistes ou rationnelles vis-à-vis de leur alimentation. Les travaux développés chez l'enfant reposent sur une méthodologie inspirée de la psychologie cognitive et me permettent notamment d'extrapoler mes connaissances et mes compétences concernant les méthodologies implicites.

J'ai été co-investigatrice d'un projet chez l'enfant réalisé dans le cadre d'un appel proposé par le Fonds Français Alimentation et Santé (FFAS) dont Sandrine Monnery-Patris (CSGA, CR INRA) est l'investigatrice principale. L'objectif de notre projet était de développer un outil de mesure du plaisir alimentaire chez l'enfant au moyen d'un support informatisé. L'avantage de cette méthodologie était de pouvoir obtenir directement les réponses auprès de l'enfant, limitant ainsi un éventuel biais, souvent observé lorsque l'on interroge explicitement les parents au sujet de leur enfant.

L'enfance est une période cruciale dans la mise en place des comportements alimentaires. Le plaisir alimentaire chez l'enfant est essentiellement guidé par les caractéristiques sensorielles ou organoleptiques de l'aliment. Il dépend également des conditions psychoaffectives dans lesquelles l'acte alimentaire se déroule, et de la filiation symbolique ou cognitive attachée à l'aliment. L'objectif de notre projet était de développer des tests interactifs via Internet destinés à évaluer trois

composantes (sensorielle, psychoaffective et cognitive) du plaisir alimentaire chez l'enfant de 5 à 10 ans.

Nous avons adapté deux tâches visant à appréhender la composante « cognitive » de l'alimentation : une tâche d'association (pour mesurer le côté implicite) et une tâche de catégorisation (pour mesurer le côté explicite).

La **Tâche d'association** est inspirée des travaux de Rozin et al (1999). L'idée est de proposer à l'enfant trois images d'aliments (exemple : fraise, framboise, chantilly) et de lui demander de mettre ensemble deux aliments qui, selon lui, vont « bien ensemble ». Ces aliments peuvent être appariés soit sur une dimension nutritionnelle (par exemple, ces deux aliments sont des fruits), soit sur une dimension hédonique/culinaire (par exemple l'association de la fraise et de la chantilly).

La **Tâche de catégorisation** à choix forcé est inspirée de travaux de psychologie du développement (Berger, 1997) et permet d'évaluer la manière dont l'enfant structure et organise les informations de l'environnement. Nous avons opté pour une tâche simple de catégorisation pour examiner le rapport que l'enfant entretient vis-à-vis de l'alimentation : un rapport affectif versus cognitif. Deux dimensions sont ciblées : une dimension affective qui renvoie aux affects positifs (« miam ») ou négatifs (« beurk ») qui seront illustrés par des images (smiley souriant vs. grimaçant) ; et une dimension cognitive qui renvoie aux représentations positives ou négatives de l'enfant vis-à-vis de l'aliment (« rend fort » ou « fait grossir ») qui seront illustrées par des images (personnage de Caliméro tenant des haltères vs. pèse-personne). Un cinquième smiley indiquait « je ne connais pas cet aliment » (voir Figure 11).



Figure 11 : Smiley utilisés dans la tâche de catégorisation (« Miam », « Beurk », « Donne des forces », « Fait grossir », « Ne connais pas cet aliment »)

Cent quatre-vingt-quatorze enfants (86 filles et 108 garçons) ont été recrutés dans cinq écoles différentes de Dijon et aux alentours et regroupés selon leur niveau de scolarité : le niveau scolaire 1 correspond au CP, le niveau scolaire 2 correspond aux CE1 et CE2, et le niveau scolaire 3 correspond au CM1 et CM2. Les enfants étaient âgés de 5,08 à 11,84 ans (âge moyen  $\pm$  SEM 1/4 8,03  $\pm$  0,13).

Tous les enfants ont d'abord réalisé la tâche implicite d'association suivie par la tâche explicite de catégorisation. Les résultats (voir Figure 12) indiquent que l'enfant, interrogé explicitement sur ces représentations (tâche de catégorisation)



valorise des choix qui s'avèrent de plus en plus « raisonnés » avec l'âge, et de moins en moins « affectifs ». En revanche, lorsqu'il est questionné de façon plus indirecte (test d'association), ses réponses révèlent alors des associations davantage axées sur des concepts hédoniques (associations culinaires) que raisonnés (associations nutritionnelles).

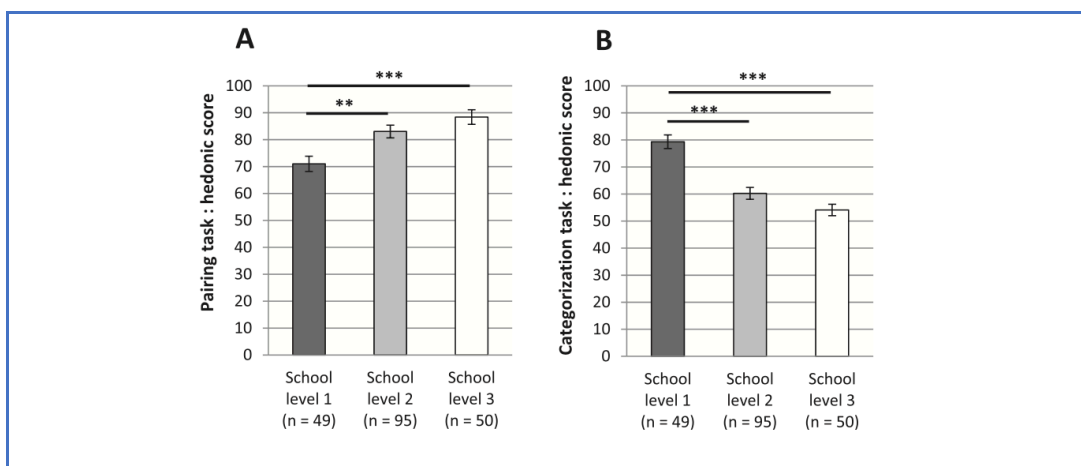


Figure 12 : Scores hédoniques moyens ( $\pm$ SEM) dans la tâche d'association (A) et dans la tâche de catégorisation (B) selon le niveau scolaire. Dans chaque tâche, les scores hédoniques selon le niveau scolaire ont été comparés en utilisant des tests post hoc t avec des corrections de Bonferroni. \*\* P <0,01, \*\*\* P <0,001

**En résumé :** Les résultats indiquent que les enfants normo-pondéraux (6-11 ans), interrogés explicitement via la tâche de catégorisation valorisent des choix qui s'avèrent de plus en plus « raisonnés » avec l'âge, et de moins en moins « affectifs ». En revanche, lorsqu'ils sont questionnés de façon plus indirecte via le test d'association, leurs réponses révèlent alors des associations davantage axées sur des concepts hédoniques (associations culinaires) que raisonnés (associations nutritionnelles). Au final, nous avons montré que les enfants réagissent spontanément selon des critères culinaires/ hédoniques face à la nourriture (imprégnation culturelle) mais qu'en grandissant, ils intègrent les normes sociales liées aux conséquences des aliments sur leur santé (phénomène d'inculcation).

## VALORISATION



1 article (P3)  
2 communications orales (CO10, CO15)  
1 communication affichée (CA16)

« IMPACT DE LA SENSIBILITE AU PLAISIR ALIMENTAIRE SUR LA PRISE ALIMENTAIRE CHEZ L'ENFANT NORMO-PONDERAL ET EN SURPOIDS DE 6 A 11 ANS » - THESE L. MARTY

Dans la continuité du projet « MIAM » décrit ci-dessus, nous avons obtenu un financement de thèse (½ financement du Département AlimH + ½ financement Région Bourgogne) afin de poursuivre ces travaux. Depuis Octobre 2014, je suis co-encadrante de la thèse de Lucile Marty, avec Sandrine Monnery-Patris (co-encadrante) et Sophie Nicklaus (Directrice de thèse). Les premiers travaux entrepris dans le cadre de cette thèse se sont basés sur l'utilisation de l'outil MIAM. Une première étude nous a permis d'étudier les attitudes et les profils des enfants en surpoids comparativement aux enfants normaux pondéraux. 81 enfants normaux pondéraux et 57 en surpoids, âgés de 6 à 12 ans, ont été recrutés. Tous les enfants ont réalisé la tâche implicite d'association suivie de la tâche explicite de catégorisation.

Les résultats indiquent que les enfants en surpoids n'ont pas les mêmes attitudes que les enfants normo-pondéraux : ils sont explicitement moins hédonistes. En effet, ils catégorisent plus fréquemment les aliments selon des considérations nutritionnelles lorsqu'ils sont interrogés explicitement, mais ils associent tout autant que les enfants normo-pondéraux les aliments de manière hédonique lorsqu'ils sont interrogés implicitement via le test d'association. Nous observons donc chez ces enfants en surpoids une dissonance entre attitudes implicites hédoniques et attitudes explicites rationnelles (voir Figure 13).

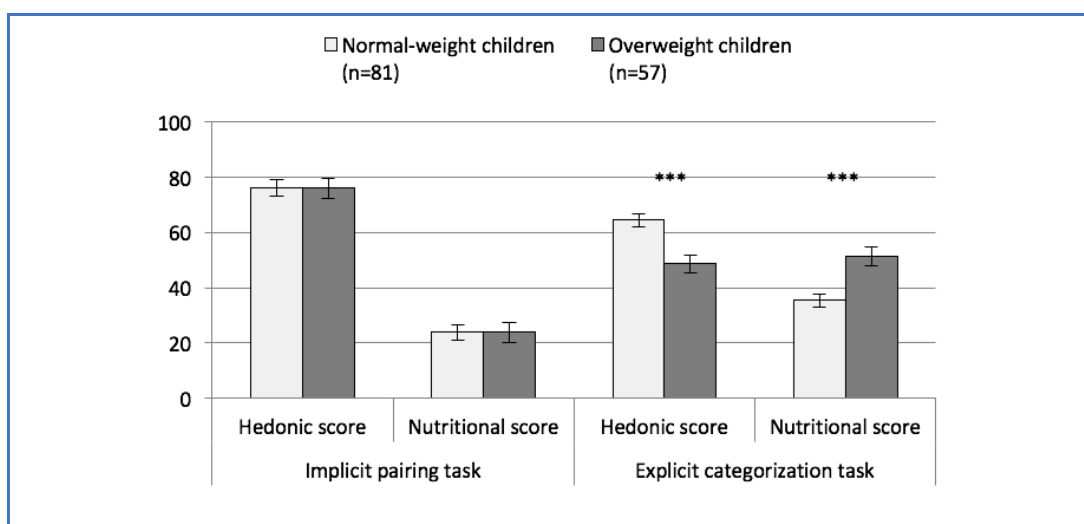


Figure 13 : Scores hédoniques et nutritionnels moyens ( $\pm$  SEM) pour la tâche implicite d'association et pour la tâche explicite de catégorisation chez les enfants normaux et en surpoids. Les différences de groupe ont été évaluées en utilisant ANOVA, en contrôlant le niveau scolaire: \*\*\* P = 0,001.

De plus, dans le cadre de cette thèse, nous avons adapté un paradigme d'amorçage olfactif pour étudier les effets d'odeurs non-attentivement perçues, sur les choix alimentaires chez des enfants normo-pondéraux et en surpoids. Soixante-quatorze enfants (45 normo-pondéraux et 29 en surpoids), âgés de 6 à 12 ans, scolarisés en école élémentaire ont été recrutés. Ils ont réalisé une tâche d'intention de choix, présentée comme un jeu informatique dans lequel 30 paires d'images apparaissaient successivement à l'écran. Ils devaient choisir pour chaque paire d'images l'aliment qu'ils avaient « le plus envie de manger en ce moment ». Pendant qu'ils effectuaient cette tâche, les enfants portaient un casque qui leur transmettait les consignes du jeu. Sans que les enfants ne le sachent, les mousses des micros de chaque casque étaient odorisées avec une odeur de poire, une odeur de quatre-quarts ou n'étaient pas odorisées en condition contrôle. Nous avons analysé les intentions de choix sains (versus non-sains) pour chaque amorce olfactive (poire, quatre-quarts) comparativement à la situation de contrôle (sans odeur). Les résultats indiquent que, chez les enfants normo-pondéraux, les odeurs de poire et de quatre-quarts orientent leurs intentions de choix vers des aliments à haute densité énergétique. Au contraire, chez les enfants en surpoids, l'amorce olfactive de poire augmente significativement la proportion d'intentions de choix vers des aliments à faible densité énergétique (voir Figure 14).

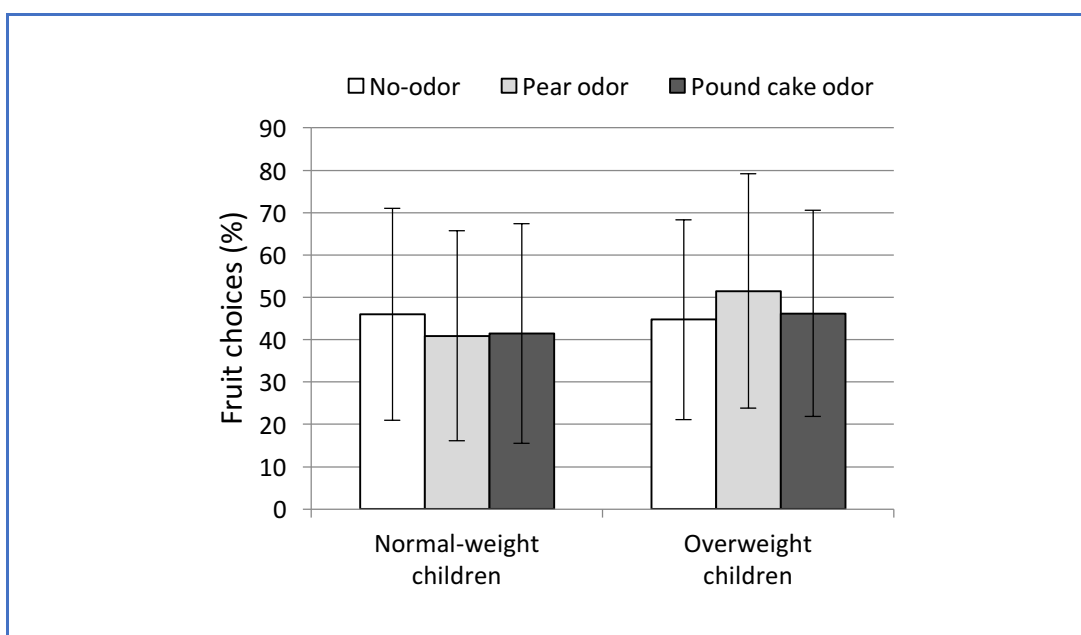


Figure 14 : Pourcentage de choix de fruits dans la tâche d'intention de choix chez les enfants normo-pondéraux et chez les enfants obèses (n = 29) selon les différentes conditions d'amorçage olfactif (les valeurs sont des moyennes  $\pm$  SEM).

**En résumé :** Les enfants normo-pondéraux et en surpoids ne régissent pas de la même façon lorsqu'ils sont exposés de manière non-attentive à des odeurs

alimentaires. Les enfants normo-pondéraux font des intentions de choix tournées vers des aliments palatables qu'ils soient exposés à l'odeur de poire ou à l'odeur de quatre-quarts, alors que les enfants en surpoids manifestent des inattentions de choix vers des aliments sains lorsqu'ils sont exposés à l'odeur de poire. Ce pattern de résultats suggère qu'il existe, chez ces deux groupes d'enfants, des différences de représentations activées par des odeurs non-attentivement perçues.

## VALORISATION



2 articles: *Frontiers in Nutrition* (P1),  
*Food Quality and Preference* (P2)  
1 article en revision : *Appetite* (Rev1)  
2 communications orales (CO1, CO4)  
7 communications affichées (CA1, CA2, CA3,  
CA4, CA5, CA6, CA7)

## Volet 3 – Etude des bases neurales de la conscience olfactive (2016- ....)

« INFLUENCE DES ODEURS SUR LA PERCEPTION VISUELLE DES ALIMENTS :  
EXPLORATION ELECTROPHYSIOLOGIQUE »

Les deux premiers volets de mon travail portent sur l'étude de l'amorçage olfactif dans ses aspects comportementaux. Ce 3<sup>ème</sup> volet élargit mes recherches dans le champ des neurosciences cognitives.

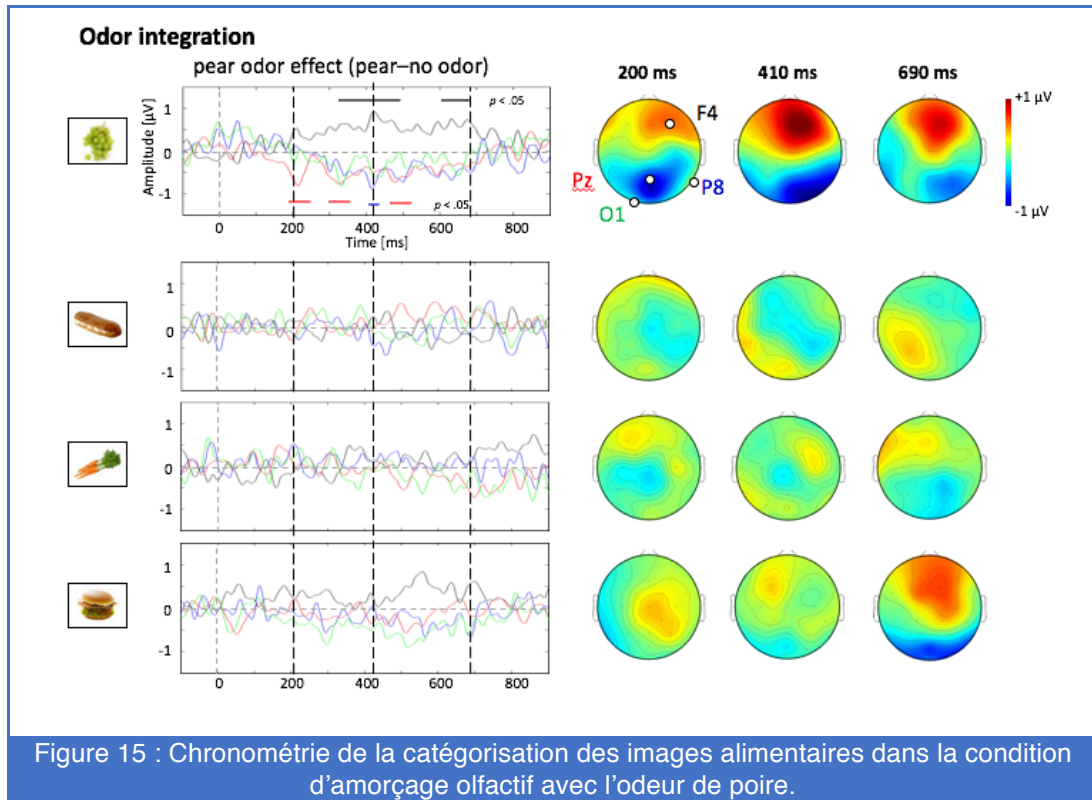
Ayant réussi à développer et à mettre en place un paradigme d'amorçage olfactif robuste et répliquable au niveau comportemental chez l'adulte et chez l'enfant, j'ai souhaité étudier les mécanismes cérébraux qui sous-tendent l'amorçage olfactif. Pour ce faire, j'ai initié une collaboration avec un collègue du CSGA, Arnaud Leleu, spécialiste en électro-encéphalographie (EEG) afin d'aller étudier la chronométrie mentale dans une situation d'amorçage. A l'aide d'une tâche de catégorisation d'images alimentaires versus non alimentaires, nous avons mesuré les potentiels évoqués (PE) en réponse à ces deux types d'images et leur modulation selon trois contextes olfactifs : odeur de poire (alimentaire), odeur de muguet (non alimentaire) et sans odeur.

L'électroencéphalographie (EEG) permet la mesure des potentiels évoqués (PE).

Ces derniers désignent la modification du potentiel électrique produite par le système nerveux en réponse à une stimulation sensorielle et caractérisent les activités perceptives et cognitives mises en œuvre pour la traiter. Les PE permettent ainsi d'améliorer la compréhension de la chronométrie fonctionnelle des systèmes sensoriels stimulés. Afin de mieux comprendre la chronométrie de la perception visuelle des aliments, des études ont mesuré les PE en réponse à des images alimentaires ou non alimentaires tout en manipulant les informations véhiculées par ces images. Ce principe permet d'identifier les différentes étapes de catégorisation visuelle des aliments et les latences minimums pour que ces étapes opèrent. L'objectif principal de cette étude était d'examiner l'influence non consciente du contexte olfactif sur la chronométrie de l'activité électrique du cerveau (potentiels évoqués-PE) en réponse à des images alimentaires vs non alimentaires. Il s'agit de délimiter les corrélats électrophysiologiques d'opérations cognitives antérieures au comportement (i.e. à la prise de décision) et sensibles à la présence d'une odeur non attentivement perçue. 18 participants adultes (10 femmes, 8 hommes) âgés de 18 à 29 ans ont pris part à l'expérience. Ils étaient installés face à un écran d'ordinateur dans une pièce dédiée à l'acquisition de l'EEG et permettant la diffusion non attentive d'odeurs via une mentonnière utilisée pour les placer à une distance fixe de l'écran. Chaque essai de la procédure expérimentale consistait en la présentation rapide (450 ms) d'une image précédée par une croix de fixation d'une durée aléatoire moyenne de 800 ms et suivie d'un écran blanc. La tâche des sujets consistait à déterminer le plus rapidement et le plus précisément possible s'il s'agissait d'une image alimentaire ou non (tâche de catégorisation). La qualité et le temps de réponse (TR) étaient donc recueillis à chaque essai. Nous avons utilisé trois contextes olfactifs : odeur de muguet, odeur de poire et un flux d'air sans odeur (contrôle). Un type de contexte olfactif était présenté durant un bloc d'essais, les trois contextes étant alternés séquentiellement (cycle de 3 blocs). L'ordre des contextes olfactifs était contrebalancé entre les sujets.

Nos résultats montrent un effet global des odeurs sur la catégorisation des images alimentaires. Les résultats ont indiqué une discrimination « aliments » vs « non aliments » dès 100 ms post-stimulation, une discrimination « salé » vs « sucré » dès 130 ms et une discrimination « forte » vs « faible » densité énergétique dès 145 ms. De plus, nous notons des effets liés à l'odeur de poire dès 218 ms post-stimulation par rapport à l'odeur de muguet, et dès 369 ms post-stimulation comparativement à une absence de contexte olfactif (contrôle). Plus précisément, les effets liés à l'odeur de poire ont été observés pour les images de fruits entre 190 et 730 ms post-stimulation, indiquant l'intégration multimodale de la congruence entre les modalités olfactive et visuelle. Cette intégration apparaît dès 200 ms post-stimulation, soit après que toutes les étapes de catégorisation perceptives des aliments aient opéré. Nous suggérons ainsi que cette latence reflète un mécanisme affinant le produit des opérations perceptives par d'autres

informations, comme le contexte olfactif. Autrement dit, la présence d'une odeur de poire non attentivement perçue a donc modulé la réponse aux images alimentaires, et plus particulièrement pour les images « fruits », indiquant une intégration multimodale entre ces deux informations (voir Figure 15).



**En résumé :** Ces travaux indiquent que, même lorsque les participants ne sont pas conscients de la présence d'indices olfactifs, la présence de ces indices dans un contexte alimentaire influence non seulement la décision, mais affecte déjà la perception des caractéristiques visuelles congruentes des aliments.

## VALORISATION



1 communication orale (CO1)  
1 article en préparation (Prep2)

Depuis mars 2016, j'ai débuté le co-encadrement de la thèse de Coralie Mignot, sous la direction de Luc Marlier du Laboratoire de ICUBE de l'Université de Strasbourg. Ce projet est très important pour moi car il me permet d'étendre mes travaux sur l'amorçage menés au niveau comportemental par une exploration en neuro-imagerie.

L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) est une technique d'imagerie médicale qui permet de visualiser, de manière indirecte, l'activité cérébrale. Elle consiste à enregistrer les variations hémodynamiques (variations des propriétés du flux sanguin) cérébrales locales minimales, lorsque ces zones sont stimulées. La localisation des zones cérébrales activées est basée sur l'effet BOLD, lié à l'aimantation de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges du sang. Cette technique ne présente aucun danger connu pour la santé des sujets : elle est notamment non invasive et non irradiante. Ce qui en fait un outil de prédilection pour la recherche en neurosciences cognitives et l'étude des fondements neurobiologiques de la cognition.

Dans le domaine de recherche qui nous intéresse, l'IRM fonctionnelle est en mesure d'apporter des éléments originaux sur les processus perceptifs et décisionnels impliqués dans les choix alimentaires. Dans le domaine de la perception olfactive, par exemple, seules quelques études ont examiné l'intégration d'odeurs infra- ou péri-liminales (c'est à dire en dessous ou autour du seuil de perception donc non attentivement perçues par les individus) à l'aide de l'IRM fonctionnelle (Hummel, Olgun, Gerber, Huchel, & Frasnelli, 2013; Krusemark & Li, 2012; Sobel et al., 2000). Ces études montrent que des odeurs de très faible intensité et non détectables sont capables de déclencher des activations cérébrales, notamment dans le cortex piriforme, l'amygdale, l'insula ou encore l'hippocampe. Ces travaux soulignent également que l'IRM fonctionnelle est capable de révéler des processus perceptifs qu'il serait impossible d'explorer par des méthodes classiques d'olfactométrie ou de questionnaires. Les travaux existants présentent cependant deux limites dans le domaine de recherche qui nous intéresse. La première est que les odeurs utilisées dans ces études ne sont pas des odeurs alimentaires, et par conséquent l'intégration d'odeurs infraliminales alimentaires doit encore être examinée. La seconde limite vient du fait que les données existantes ne permettent pas de comprendre comment l'activation de processus perceptifs non conscients peut influencer un processus décisionnel et entraîner une modification du comportement. Par conséquent, les travaux qui seront réalisés dans cette thèse permettront d'apporter des données nouvelles sur ces deux points.

Ce projet de recherche a pour objectif de mieux comprendre l'articulation entre les

processus perceptifs engagés dans la perception d'odeurs alimentaires infraliminaires et les processus décisionnels conduisant aux choix alimentaires.

L'étude réalisée actuellement se focalise sur la perception infraliminaire des odeurs alimentaires. Elle est le point de départ du travail plus global décrit précédemment. Pour cela, une odeur alimentaire et une odeur non alimentaire sont délivrées aux participants grâce à un olfactomètre. Celui-ci envoie les stimulations jusque dans l'IRM où le sujet les réceptionne via un masque. Le protocole est totalement passif et l'attention du participant n'est pas portée sur la survenue des stimulations puisqu'un faux prétexte est utilisé (une étude portant sur la respiration). Deux sessions se succèdent dans lesquelles les deux odeurs sont diffusées dans un ordre aléatoire : une session infraliminaire et une session supraliminaire. La comparaison des activations cérébrales entre odeur alimentaire et non alimentaire est étudiée, ainsi que la comparaison entre perception infraliminaire et perception supraliminaire.

Ces activations cérébrales sont appréhendées sous forme de réseaux fonctionnels, c'est à dire des assemblées de neurones pouvant être très distantes les unes des autres et dont l'implication dans le temps est la même (on parle de « co-activation »). La méthode appelée ICA (Independent Component Analysis) est utilisée. Il est ainsi possible de déterminer les réseaux cérébraux (ou composantes) dont l'implication au cours de la session corrèle avec la survenue des stimuli olfactifs. Pour cela, le signal BOLD de chaque réseau activé au cours de la session est comparé à un signal BOLD théorique modélisé avec l'enchaînement et la durée des stimuli. Comme dit précédemment, ces réseaux sont ensuite comparés entre les deux odorants, et entre les deux sessions (infraliminaire et supraliminaire).

La méthode ICA offre un avantage par rapport à d'autres méthodes plus classiques puisqu'elle permet non seulement de mettre en évidence les traitements cérébraux liés à l'olfaction (infraliminaire ou supraliminaire), mais aussi de suivre tous les traitements cérébraux qui ont lieu au cours de chaque session (par exemple, des réseaux attentionnels, de repos, visuels, d'imagerie mentale...).

La Figure 16 est un exemple de représentation graphique des corrélations dont nous avons parlé précédemment. Il s'agit des réseaux cérébraux survenus pendant la session supraliminaire chez un sujet unique. La composante n°109 (voir Figure 17) corrèle relativement bien avec les stimuli olfactifs 1 et 2 mais pas avec la condition contrôle, il s'agit donc d'un réseau cérébral dévolu à l'expérience olfactive. De plus, d'un point de vue spatial, ce réseau comporte des aires temporales (amygdale, gyrus para-hippocampique) et insulaires, connues pour être impliquées dans l'olfaction.



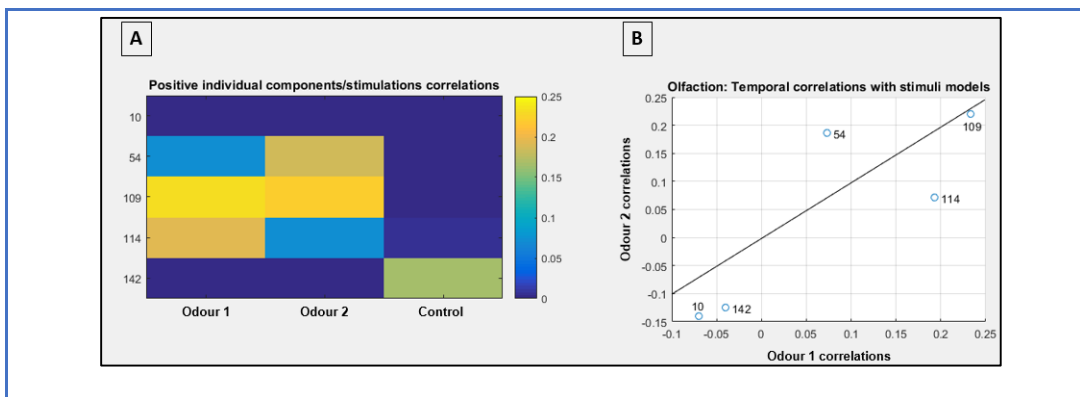


Figure 16 : A. Matrice de corrélations entre time-courses des composantes et time-courses théoriques de survenue des stimuli. L'échelle de couleur représente l'indice de corrélation. B. Positionnement des composantes selon leur corrélation à l'une ou l'autre des deux odeurs. Plus une composante s'éloigne de la droite et plus elle est spécifique d'une des deux odeurs.

La méthode montre également des traitements différentiels entre odeur 1 et 2 (composantes 54 et 114). La composante 142 quant à elle, ne corrèle qu'avec la condition contrôle. Il s'agit donc d'un réseau de repos.

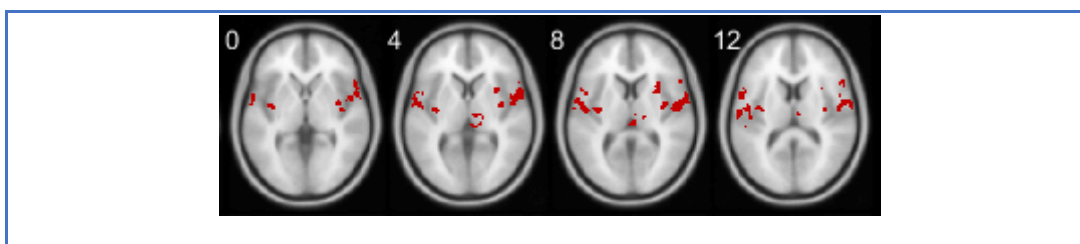


Figure 17 : Composante cérébrale n°109 en quatre coupes horizontales espacées de 4mm chacune. Les coupes sont représentées dans un ordre ascendant, celle portant le numéro 12 est donc supérieure à la coupe portant le numéro 0.

A court terme, nos objectifs sont d'acquérir des images chez plusieurs sujets afin de procéder à des analyses de groupe. Les comparaisons entre olfaction supraliminaire et infraliminaire seront ainsi possibles et surtout bien plus robustes. A plus long terme, deux autres études pourront être menées afin de connaître les influences de ces odorants infraliminaires sur des tâches cognitives plus complexes.

Nous envisageons une étude permettant de mettre en évidence l'influence des odeurs infraliminaires sur le traitement par le cerveau de tâches cognitives de catégorisation d'images et de mots (tâche visuelle, tâche de décision lexicale) observée grâce à l'IRM fonctionnelle. Une autre étude devrait nous permettre de transposer le protocole d'amorçage olfactif utilisé au niveau comportemental vers l'IRMf. Vingt participants seront soumis à une odeur sous le seuil de perception, puis ils devront choisir des items relatifs à des plats sur différents menus pendant

un examen d'IRM fonctionnelle. Autrement dit, cela nous permettra d'étudier l'influence des odeurs infraliminaires sur le traitement par le cerveau des choix alimentaires (tâche de choix de plats sur un menu).

## VALORISATION



1 revue de littérature (Prep3)

## Volet 4 – Approche Psycho-sensorielle pour l'étude des freins et des leviers à la consommation des légumineuses

L'année 2016 a été déclarée « Année Internationale des Légumineuses à graines » par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (la FAO). Ce genre d'événement a pour objectif d'attirer l'attention de l'opinion publique sur l'importance des légumineuses pour une production alimentaire durable et une alimentation équilibrée. Les légumineuses sont des plantes annuelles dont les cosses produisent entre 1 et 12 graines, de tailles, de formes et de couleurs variables. Elles sont utilisées pour l'alimentation animale et humaine. Parmi elles se trouvent, en particulier : les pois, les fèves, les lentilles, les haricots secs... Les légumineuses constituent une part essentielle du panier alimentaire de base de nombreuses populations : en Inde où le dhal est un plat typique à base de lentilles, au Maghreb où les pois chiches sont des ingrédients essentiels au couscous, ... Les légumineuses sont une source essentielle de fibres et de protéines. Elles possèdent de faibles teneurs en matières grasses comme en sucres et sont riches en glucides complexes, en minéraux et en vitamines (de Boer *et al.*, 2014). Outre leurs vertus nutritionnelles, les légumineuses ont aussi des avantages écologiques. En effet, elles établissent une association avec des bactéries du genre rhizobium au sein des nodules racinaires, ce qui leur permet d'utiliser l'azote atmosphérique, évitant ainsi le recours aux engrais azotés pour leur développement et permettent d'enrichir naturellement les sols en azote (FAO).

En France, avant les années 1950, les protéines étaient presque exclusivement apportées par des légumineuses (fèves, haricots, pois chiches...). Puis au fil des années, les produits carnés ont davantage été intégrés dans les repas, ce qui a entraîné une baisse spectaculaire de la consommation humaine de légumineuses.

Celle-ci est passée de 7,2 kg par an et par personne en 1920 à seulement 1,42 kg par an et par personne à l'heure actuelle (FAO). À la vue de la forte demande de la population pour les produits d'origine animale et de la croissance de la population, les coûts environnementaux et sanitaires vont avoir un impact de plus en plus délétère pour la planète. Compte-tenu de l'intérêt sanitaire, environnemental et nutritionnel des légumineuses, il semble essentiel de trouver des solutions afin que les Français aient un regain d'intérêt pour ce type d'aliment. En effet, leur consommation a connu une forte régression depuis le début du XXème siècle, au profit des aliments carnés, notamment de viande rouge, symbole d'un « statut social élevé » (Aiking, 2011), et de pouvoir de masculinité (Ruby & Heine, 2011).

## PROJET « PULSES »

Dans ce contexte, le 4ème volet de mes recherches projet vise donc à comprendre les déterminants des préférences/rejets pour les légumineuses à graines et à identifier les freins à leur consommation, et ceci de façon inédite auprès de consommateurs enfants et adultes. Pour ce faire, en 2016, nous avons obtenu, avec ma collègue Sandrine Monnery-Patris, un financement de la part de la structure fédérative : Agriculture, Biodiversité, Environnement, Comportement, Aliment (IABECA). L'originalité de notre démarche repose sur la méthodologie retenue, combinant approches sensorielles (approches directes) et psychologiques (approche indirecte). La mise en place de ce travail a été l'occasion de collaborer avec des collègues de l'UMR Agroécologie (Gérard Duc et Mathilde Astier) de l'INRA de Dijon. Notre approche est double : d'une part, nous allons interroger directement les consommateurs enfants et adultes sur les différentes dimensions sensorielles (gustative, olfactive, visuelle, texturale) susceptibles d'expliquer le degré d'appréciation/rejet d'une sélection de légumineuses à graines; d'autre part, nous allons conduire des tests issus de la psychologie cognitive afin d'appréhender les déterminants cognitifs susceptibles d'expliquer le faible intérêt des consommateurs pour ces aliments. Dans cette seconde approche, les consommateurs seront amenés à réaliser une tâche d'association implicite (Implicit Association Test, Greenwald et al. 1998) afin de révéler les connaissances naïves, les croyances ou préjugés associés aux légumineuses. Ce Test d'Association Implicite (IAT) vise à "explorer" les fondements de pensées implicites (non contrôlables consciemment) des participants. Autrement dit, ce test permet de détecter ce que pense réellement une personne, et ce, à partir d'une mesure implicite des préjugés, basée sur une technique d'association de concepts.

Durant 6 mois, Mathilde Humbert, stagiaire en Master 2, a réalisé auprès d'enfants (n=40) et d'adultes (n=40) des tests qualitatifs (questionnaires, tâches de tri libre, tâches de tri forcé) à partir de photos de légumineuses. Chez les adultes, elle a

réalisé une adaptation du test d'IAT, à savoir le Single Category Implicit Association Test (SC-IAT). Le SC-IAT (Karpinski & Steinman, 2006) est une version simplifiée de l'IAT qui se compose d'une seule catégorie cible. Les temps de réaction sont mesurés pour chaque participant. Dans notre cas, les dimensions évaluatives (i.e. les attributs) sont nommées « bon » et « mauvais », et la dimension objet (i.e. la catégorie cible) est nommée « légumineuses ». Cinq mots sont utilisés pour chaque dimension évaluative (savoureux, miam, délicieux, succulent, appétissant pour la dimension évaluative « bon », et répugnant, beurk, repoussant, écœurant, dégoûtant pour la dimension évaluative « mauvais »), et tous les mots sont présentés en lettres minuscules. Cinq images ont été sélectionnées pour être associées avec « légumineuses » (lentilles, pois-chiches, haricots rouges, haricots blancs, pois cassés). Chaque mot cible ou image apparaît au centre de l'écran. Des rappels des dimensions sont positionnés de façon appropriée sur l'écran : en haut à gauche pour ce qui correspondait à la touche A et en haut à droite pour ce qui correspond à la touche P. Lorsque le stimulus (mot ou image) apparaît à l'écran, le participant doit appuyer sur la touche correspondante à la dimension attribuée. Le stimulus est maintenu à l'écran jusqu'à ce que le participant ait répondu ou durant 1500 ms.

Dans le premier bloc d'items, il faut classer ensemble les exemplaires « bon » et « légumineuses » avec la même touche sur la gauche (touche A du clavier) et les exemplaires « mauvais » avec l'autre touche sur la droite (la touche P du clavier). Les images de légumineuses, les mots « bon » et les mots « mauvais » ne sont pas présentés à la même fréquence, pour éviter un biais de réponses, mais à un ratio 7 :7 :10 ce qui correspond à 58% de réponses sur la touche A du clavier et 42% de réponses sur la touche P du clavier. Dans le second bloc d'items, il faut cette fois mettre les exemplaires « bon » sur la gauche et classer ensemble les exemplaires « mauvais » et « légumineuses » avec la même touche sur la droite. Cette fois, les images de légumineuses, les mots « bon » et les mots « mauvais » sont présentés à un ratio 7 :10 :7 ce qui correspond à 42% de réponses sur la touche A du clavier et 58% de réponses sur la touche P du clavier. L'ordre des deux étapes est contrebalancé entre les participants. Si une personne répond plus vite dans le premier bloc d'items par rapport au second bloc d'items, on pourra en inférer qu'elle entretient une représentation implicite des légumineuses plus mauvaise que bonne. Comme le SC-IAT ne requiert pas de catégorie cible contraste (« viande »), l'interprétation des effets SC-IAT est moins relative que celle des scores IAT.

Cette méthode permet d'examiner les croyances/préjugés relatifs aux légumineuses afin d'identifier d'éventuels freins expliquant leur faible succès à la table des Français. Les résultats au test de SC-IAT révèlent qu'il n'y a pas de différence significative des temps de réponses entre les deux blocs d'items, ce qui signifie que les individus n'ont pas implicitement de préjugés ni positifs, ni négatifs envers les légumineuses ! Ce résultat est particulièrement intéressant puisqu'il

suggère donc qu'il est nécessaire d'apporter tout d'abord des connaissances aux individus concernant les légumineuses afin qu'ils puissent construire leurs propres représentations mentales. Ce n'est que comme cela qu'ils pourront ensuite modifier leur comportement alimentaire vis à vis des légumineuses.

## VALORISATION



1 article sous presse : Cahiers de Nutrition  
et de Diététique (InPress1)

## APPROCHES IMPLICITES ET DEVELOPPEMENT DE PROCEDES POUR AUGMENTER LA CONSOMMATION DES LEGUMINEUSES (IM'PULSES)

En Janvier 2017, nous avons obtenu un financement par l'institut Carnot Qualiment® pour un projet intitulé « IM'Pulses ». Ce projet est porté par Gaëlle Arvisenet (MCF HDR) de l'équipe 9 « Culture, expertise et perception ». Il implique également Sandrine Monnery-Patris, des chercheurs de l'UMR PAM (« Procédés Alimentaires et Microbiologiques ») et du CTCPA (Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles).

A ce jour, les seules études disponibles sur les comportements des consommateurs vis-à-vis des légumineuses sont des études sensorielles ou des enquêtes de consommation. Les études de consommation ont été réalisées principalement au Canada et en Europe du Nord et s'accordent sur le fait que les légumineuses sont consommées majoritairement par des consommateurs jeunes, urbains, de CSP supérieure et avec un niveau d'études relativement élevé, et bien sûr chez les végétariens et « flexitariens » (Jallinoja et al., 2016). L'enquête de consommation du GEPV (Groupe d'Etude et de Promotion des Protéines Végétales) est la seule étude menée à notre connaissance sur les habitudes des consommateurs français concernant les légumineuses. Toutes ces études sont basées sur des méthodes d'interrogation directes, qui possèdent des inconvénients et dont les réponses sont limitées. C'est pourquoi, l'originalité de notre projet est d'être basé sur des approches pluridisciplinaires, alliant les sciences humaines et sociales et des innovations technologiques. Ce projet s'appuie sur l'étude par méthodes implicites (i.e. non déclaratives) des représentations et des attitudes des consommateurs non végétariens envers les légumineuses. Ceci permettra d'abord d'identifier les freins à la consommation et, dans un deuxième temps, de proposer des leviers adaptés pour éliminer ces facteurs de réticence ou amener les consommateurs à les surmonter.

Actuellement, nous sommes en train de mettre en place notre protocole dans le

cadre d'un stage de Master 2 réalisé par Quentin Buatois. Nous souhaitons développer une méthodologie permettant d'accéder aux représentations et croyances des consommateurs, ceci de manière indirecte, afin d'éviter au maximum les biais déclaratifs. Pour ce faire, nous avons créé un jeu de 20 cartes plastifiées (9 cm x 13 cm) uniformisées, permettant la présentation d'aliments régulièrement consommés en France. La sélection de ces aliments a été pré-testée en amont. Les aliments sont photographiés dans des conditions similaires, au centre d'une assiette blanche et sur fond bleu. Ces aliments se répartissent en 4 catégories (féculents, viande, légumes et légumineuses) comprenant 5 aliments dans chaque catégorie.

Tout d'abord, 4 scénarios sont proposés aux participants (ex : « repas de fête », « repas entre amis », « déjeuner seul », ...). La tâche consiste à demander au sujet de constituer un plat principal à l'aide de 3 cartes, en tenant compte de la situation instaurée par le scénario. Pour chaque scénario, il lui sera demandé de faire six plats successifs différents (les aliments des plats précédents pouvant être réutilisés mais ne pouvant pas être associés de la même façon). Le jeu de cartes est disposé sur une table de manière aléatoire pour éviter tout effet d'ordre et/ou de position. Le participant est installé en face de ces cartes et doit les observer avant de débiter la manipulation. Une fois les images observées et les consignes données, le sujet doit être informé du scénario dans lequel il doit constituer le plat. Il compose par la suite un deuxième plat, puis un troisième, jusqu'à en faire 6 différents. Une fois le sixième plat confectionné, le sujet passe au scénario suivant, et ainsi de suite. Le temps mis pour constituer les plats sera enregistré. Le classement des légumineuses (1<sup>er</sup> choix, 2<sup>ème</sup>...), leurs associations et leurs positions avec les autres aliments ainsi que leurs fréquences d'apparition seront mesurées. Ensuite, nous proposerons au consommateur de repartir avec une récompense en fin de séance pour le remercier. En fait, il s'agit d'une « tâche implicite » puisque le sujet aura à choisir parmi au moins deux produits : un avec et l'autre sans légumineuses entrant dans sa composition. Cela nous permettra de voir si la présence de légumineuses pousse, freine ou n'influence pas le choix d'un consommateur (les récompenses devant présenter des niveaux d'attrait égaux). Enfin, tous les participants rempliront un questionnaire permettant de récupérer des informations sur leurs habitudes de consommation et leurs connaissances. Au moment où j'écris ce manuscrit, les premières études vont débiter. Je n'ai donc pas de résultats à présenter.



REFLEXIONS SUR  
LES ACTIVITES DE  
RECHERCHE ET  
PERSPECTIVES







# INTRODUCTION

---

Les travaux de recherche que j'ai menés depuis mon recrutement, il y a 7 ans, m'ont permis d'identifier différents leviers permettant de mieux comprendre les mécanismes cognitifs sous-jacents au comportement alimentaire, afin d'encourager la consommation d'aliments sains et durables. Ma formation initiale en Psychologie cognitive et mon fort attrait pour les méthodologies implicites m'ont permis d'apporter un nouvel éclairage sur la compréhension de ces mécanismes.

Aujourd'hui, mon travail de recherche est clairement ancré au croisement de deux domaines : celui de la psychologie et celui des sciences de l'alimentation. Les résultats que j'ai obtenus sont encourageants et je souhaite les approfondir. Je vais présenter ci-dessous quelques perspectives à court, moyen et long terme que je souhaiterais développer pour aller dans ce sens. Ces projets s'inscrivent

pleinement dans certains des grands défis identifiés par le Programme Horizon 2020 (programme de recherche et d'innovation de l'Union Européenne), à savoir : la santé, l'évolution démographique et le bien-être.

## COMMENT LES MECANISMES DE PRISE DE DECISION ALIMENTAIRE DIFFERENT ENTRE LES ADULTES NORMO-PONDERAUX ET EN SURPOIDS/OBESES ?

Manger « unhealthy », c'est à dire manger trop d'aliments à haute densité énergétique représente un problème majeur dans le monde occidental, ainsi que dans les pays en développement (Mendez et al., 2005; OMS / FAO, 2002; Popkin et al. , 2012). Un bilan énergétique positif (c'est-à-dire une consommation d'énergie plus élevée que la dépense énergétique) conduit à un gain de poids sur le long terme et est associé au nombre croissant de problèmes de santé publique (Haslam et James, 2005). En effet, les problèmes liés à cette surcharge pondérale représentent le cinquième facteur de risque de décès au niveau mondial. En France, 15 % de la population était considérée comme obèse en 2012 contre 6,1 % en 1980. Cette progression semble actuellement ralentir, voire stagner, mais ne pas s'arrêter. Ceci entraîne une croissance exponentielle des coûts de santé associée à ces problèmes de surpoids et d'obésité (maladies coronariennes, hypertension, diabète de type 2). Une façon d'inverser cette épidémie serait une modification du comportement des consommateurs à l'égard d'aliments plus sains. Depuis une vingtaine d'années, le gouvernement français a mis en place des programmes visant à limiter l'obésité et le surpoids, avec notamment le Programme National Nutrition Santé (PNNS) lancé en 2001. Ce programme vise à favoriser l'accès aux aliments plus sains et à sensibiliser la population sur la nutrition et l'activité sportive. Cette sensibilisation passe notamment par des messages explicites inscrits sur certains emballages alimentaires (« manger-bouger ») ou diffusés dans les médias (« mangez au moins 5 fruits et légumes par jour »). Cependant, ces messages explicites de prévention peinent à attirer l'attention des consommateurs et deviennent de moins en moins efficaces au cours du temps (Jacquier et al., 2012). Malgré des données croissantes sur les facteurs et les mécanismes sous-tendant le comportement alimentaire, les facteurs de changement de ces comportements ne sont toujours pas bien compris. Ceci peut s'expliquer par le fait que les décisions sous-jacentes aux choix alimentaires reposent surtout sur des mécanismes non conscients. Par conséquent, la réalisation de recherches approfondies sur « Comment les consommateurs font leurs choix ? » est d'une importance cruciale afin donner une base scientifique solide pour proposer des leviers potentiels et efficaces pour guider les individus vers des choix alimentaires sains.

J'envisage donc de mener des recherches sur les biais attentionnels chez des adultes normaux pondéraux (Indice de Masse corporelle – IMC- compris entre 20 et 24,9 kg/m<sup>2</sup>), en surpoids (IMC compris entre 25 et 29.9 kg/m<sup>2</sup>) et Obèses (IMC

$\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ). Une distinction entre adultes en surpoids, obèses et normo-pondéraux est justifiée selon une revue systématique rapportée par Hendrikse et al. (2015) mettant en évidence des biais attentionnels différents (i.e. un biais attentionnel est un événement dans lequel une personne concentre davantage son attention vers un stimulus spécifique ou un signal sensoriel) face à des stimuli alimentaires. Ces biais attentionnels sont exacerbés chez les individus en surpoids et obèses face à des stimuli alimentaires à haute densité énergétique (Gearhardt et al., 2012 ; Nijs et al., 2010). De plus, différentes études (Lena, Fiocco et Leyenaar, 2004; Mobbs et al., 2011) suggèrent qu'une diminution du contrôle cognitif (i.e. le contrôle cognitif est la capacité à réagir à des stimuli de manière adaptée au contexte présent ou aux indices passés, en tenant compte de nos buts internes -Collins, 2010) et des biais attentionnels jouent un rôle dans le développement et dans le maintien de l'obésité et des troubles de l'alimentation. Ainsi, il serait très intéressant d'étudier les biais attentionnels et la flexibilité mentale, qui sont des « clés » pour investiguer les comportements indésirables et les pensées chez les individus en surpoids et obèses.

Les travaux de recherche que j'envisage de faire à présent apportent une plus-value par rapport à l'état de l'art actuel et se veulent novateurs. Il s'agit d'utiliser différents indices (odeurs d'aliments à haute / faible densité énergétique, images d'aliments à haute / faible densité énergétique, messages de prévention/ messages hédoniques) présentés seuls (amorçage uni-modal) ou de manière combinée (amorçage multimodal) ainsi que différents types d'exposition à ces indices (non attentif / explicite). Le but est d'identifier quel type d'amorçage et quel type de présentation pourrait être un/ des levier(s) efficace(s) pour modifier ces biais d'attention et ainsi avoir un impact sur des choix alimentaires plus optimaux.





# PERSPECTIVES

---

## A court terme – Etudes comportementales

### ETUDE 1 : EXPOSITION NON ATTENTIVE A UN AMORÇAGE OLFACTIF UNIMODAL

Avant l'expérience principale, une série de pré-tests sera réalisée avec 20 adultes normo-pondéraux afin de sélectionner un ensemble d'odeurs alimentaires candidats à utiliser comme amorces olfactives. Un pool d'odeurs, comprenant des odeurs de fruits et des odeurs d'aliments palatables (odeurs d'aliments gras sucrés) sera évalué à l'aide d'un test d'évocation implicite. Les individus répondront à la question « cette odeur vous donne envie de ... » et nous recueillerons les verbatims spontanés donnés par les sujets. Deux odeurs (une odeur de fruit et une odeur d'aliment palatable) seront sélectionnées.

Procédure : Les participants (hommes et femmes, âgés de 25 à 50 ans) avec un IMC entre 18,5-24,9 kg / m<sup>2</sup> seront assignés au groupe normopondéraux (NP), ceux avec un IMC entre 25-29,9 kg / m<sup>2</sup> seront assignés au groupe « en surpoids » (OW) et ceux avec un IMC  $\geq$  30 kg / m<sup>2</sup> seront assignés au groupe « obèses » (Ob).

Sur la base d'un calcul de puissance statistique, une taille d'échantillon de 30 individus par groupe sera fixée. 30 NP, 30 OW et 30 Ob seront recrutés. Tous les participants viendront au laboratoire sur la base d'un faux prétexte. Ils ne seront pas informés du véritable but de l'expérience. Ils seront exposés de manière non attentive aux odeurs en utilisant le dispositif d'odorisation des mousses d'un micro-casque que nous avons récemment utilisé en amorçage olfactif (Marty et al., 2017). Les deux odorants (odeurs fruits et odeur palatable) seront déposés sur les bonnettes du microphone en mousse polyuréthane (voir Figure 18).

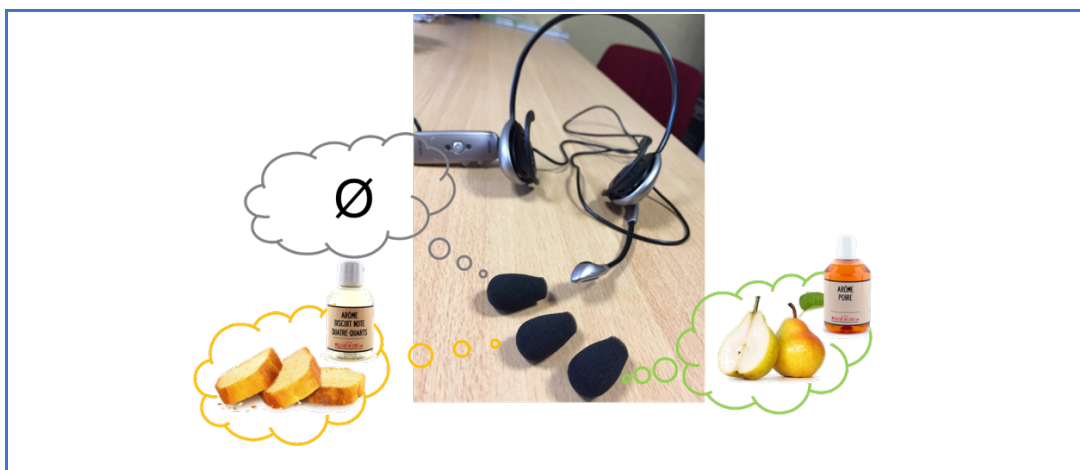


Figure 18 : Dispositif utilisé dans l'étude de Marty et al. (2017) pour exposer les participants, de manière non-attentive, aux odeurs de poire, de quatre-quarts et à aucune odeur. Des mousses de micro sont odorisées avec des odorants et sont placés sur un micro-casque, installé sur la tête du participant.

Une mousse sans odeur représente la condition contrôle. Ce protocole implique 3 conditions olfactives et exige que les casques soient changés deux fois pendant l'expérience. Ainsi, après chaque amorçage olfactif, le casque est retiré et une pause de 5 minutes est proposée au participant. Cette pause est simplement une distraction pour échanger le casque sans que le participant ne le sache et ne le remarque. Tous les participants effectueront une *Visual Probe Task* (VPT) dans ces trois conditions successives d'amorçage olfactif.

Pour la VPT, 20 images d'aliments à faible densité énergétique (FDE) seront appariées à 20 images non alimentaires et 20 images à haute densité énergétique (HDE) seront appariées à 20 images non alimentaires. Les images d'aliments à HDE sont des images d'aliments riches en matières grasses et / ou de sucre (ex :

chocolat, pizza, ...) et les images FDE sont des images d'aliments contenant une forte teneur en eau et à faible teneur en matières grasses et / ou en sucre (ex : fruits, légumes, ...). Les images contrôle seront des images non alimentaires. Toutes les images seront sélectionnées dans la base de données Food Pics (Blechert et al, 2014. [www.food-pics.sbg.ac.at](http://www.food-pics.sbg.ac.at)).

La tâche expérimentale commencera par une croix de fixation centrale affichée pendant 1 000 millisecondes, suivie des paires d'images affichées durant 2 000 ms. Après chaque paire d'images, une « sonde » (un e « probe »), c'est à dire un point remplacera l'une des images et restera affichée jusqu'à ce que le participant effectue une réponse manuelle en appuyant sur une touche sur un clavier d'ordinateur. Les participants seront invités à répondre le plus rapidement possible en indiquant si le point se trouvait à droite ou à gauche. Les temps de réaction (TR) seront enregistrés. Les scores seront calculés en soustrayant les temps de réaction des essais congruents (i.e. essai où le point a remplacé l'image alimentaire) des temps de réaction des essais incongruents (i.e. essai où le point a remplacé l'image contrôle). Les valeurs positives indiquent un biais attentionnel envers les images alimentaires et les valeurs négatives indiquent un biais attentionnel loin des images alimentaires et plus envers les images de contrôle.

La valeur ajoutée de notre protocole expérimental consistera à mesurer la façon dont un amorçage olfactif peut impacter sur les biais attentionnels grâce à une visual probe task. Nos études antérieures sur des adultes normo-pondéraux (Gaillet et al., 2013, 2014) ont déjà montré que l'exposition non-attentive à des odeurs d'aliments a un impact sur les choix alimentaires. Nous supposons donc que l'amorçage olfactif non-attentif pourrait avoir un impact similaire sur les biais attentionnels. Nous pouvons faire l'hypothèse que, chez des adultes normopondéraux, un amorçage avec une odeur fruitée devrait attirer l'attention sur les images à faible densité d'énergie (FDE) dans la tâche VPT et donc devrait réduire le biais attentionnel vers les images à haute densité énergétique (HDE). De la même manière, l'amorçage avec une odeur d'aliment palatable devrait attirer l'attention sur les images à HDE. En outre, comme mentionné dans la littérature (Larsen, Hermans, Engels, 2012), les personnes obèses sont plus sensibles aux indices alimentaires olfactifs. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que les adultes en surpoids et obèses auront un biais attentionnel plus élevé vers des aliments à haute densité énergétique et qu'un amorçage non attentif avec une odeur fruitée devrait diminuer ce biais attentionnel.

## ETUDE 2 : EXPOSITION EXPLICITE A UN AMORÇAGE OLFACTIF

Deux semaines plus tard, nous pouvons envisager que les mêmes participants que ceux recrutés dans la tâche décrite ci-dessus reviendront au laboratoire. Le protocole expérimental concernant l'exposition explicite sera similaire au protocole



décrit précédemment. La seule différence concerne les conditions d'exposition explicite. En effet, cette fois, tous les participants seront explicitement informés de la présence des odeurs de la manière suivante : « Les micro-casques que vous portez ont une odeur qui est déposée sur la bonnette recouvrant le micro car nous voulons évaluer l'influence de cette odeur sur votre concentration ». A la fin de l'étude, tous les participants seront entièrement débriefés et le but réel de l'étude leur sera révélé.

La comparaison entre ces deux modes d'exposition (exposition non-attentive et explicite) nous donnera des informations importantes nous permettant de savoir quel mode d'exposition est le plus efficace. Sur la base d'études antérieures (Marteau, Hollands, & Fletcher, 2012 ; Hollands, Marteau, Fletcher, 2016), nous faisons l'hypothèse que l'exposition non-attentive sera plus efficace que l'exposition explicite. Un tel résultat viendrait renforcer notre conviction selon laquelle les messages explicites véhiculés par les politiques de santé publique ont une efficacité assez limitée et que d'autres stratégies, s'appuyant sur des processus plus implicites, devraient être envisagées et mises en œuvre.

### ETUDE 3 : EXPOSITION NON ATTENTIVE A UN AMORÇAGE MULTIMODAL

À ma connaissance, aucune étude multimodale portant sur l'étude des comportements de choix alimentaire n'a été rapportée dans la littérature. Ainsi, nous effectuerons une série de pré-tests avec 20 adultes normo-pondéraux afin de sélectionner la combinaison d'amorces la plus efficace (odeurs + images congruentes, odeurs + messages congruents, odeurs + images + messages). Un pool d'images comprenant des images d'aliments à faible densité énergétique (FDE-images de fruits) et des images d'aliments à haute densité énergétique (HDE-images d'aliments palatables) sera sélectionné dans la base Food Pics. Pour le pool de messages sémantiques, nous réutiliserons les messages du PNNS (« Pour votre santé, évitez de manger trop gras, trop salé, trop sucré ») comme amorces, comme je l'avais fait dans une précédente étude (Chambaron et al., 2015). De plus, un message orienté sur le plaisir (« Faites-vous plaisir en mangeant des fruits et légumes ») sera également utilisé. À la fin de ces pré-tests, nous sélectionnerons la combinaison d'amorces qui a l'impact le plus important sur les biais attentionnels.

Pour l'expérience principale, 30 adultes NP, 30 OW et 30 Ob, différents de ceux ayant participé aux études précédentes seront recrutés. Tous les participants viendront au laboratoire sous un faux prétexte. Ils effectueront la Visual Probe Task en étant exposés de manière non attentive aux odeurs alimentaires via les mousses des micro-casque odorisées et en même temps avec d'autres indices (messages et/ou images selon les résultats des pré-tests). Une combinaison possible serait un amorçage olfactif et une exposition subliminale

(affichage < 50 ms) à des images alimentaires (HDE / FDE) affichées sur l'écran d'ordinateur pendant la VPT. Une autre combinaison possible serait un amorçage olfactif et un message auditif (portant sur la santé / sur le plaisir). Ce message serait intégré dans deux programmes de radio composés de différents podcasts non liés à la nourriture, à la religion ou à la politique. Chaque message cible serait diffusé trois fois pendant durant 15 minutes avec deux haut-parleurs connectés à un ordinateur portable hors de la vue des participants. Une dernière combinaison serait l'amorçage olfactif combiné avec des images et des messages auditifs.

Nous émettons l'hypothèse que la combinaison d'amorces congruentes (odeur fruitée + images d'aliments à faible densité énergétique + message portant sur la santé) pourrait produire un effet d'amorçage additif. Nous pouvons faire l'hypothèse que, chez des individus normo-pondéraux, un amorçage multimodal « sain/ santé » orientera plus efficacement l'attention vers des images à FDE dans la visual probe task et réduira également plus efficacement les biais d'attention envers les images à HDE. Chez les adultes en surpoids et obèses, un amorçage multimodal « sain/santé » devrait encore plus diminuer leurs biais attentionnels. Cependant, comme il n'existe pas à ce jour de données connues sur l'effet d'un amorçage multimodal sur les choix alimentaires, cette expérience se veut exploratoire et représente un challenge permettant de mieux comprendre les mécanismes cognitifs impliqués dans les prises de décisions alimentaires. Elle vise à se rapprocher d'une situation plus écologique dans laquelle les individus, au quotidien, sont confrontés à plusieurs signaux simultanément.

#### ETUDE 4 : EXPOSITION EXPLICITE A UN AMORÇAGE MULTIMODAL

Deux semaines plus tard, les mêmes participants que ceux recrutés dans l'étude 3 reviendront au laboratoire. Le protocole de l'expérience sera identique à celui décrit ci-dessus, à l'exception que cette fois, tous les participants seront explicitement informés de la présence des différentes amorces (odeurs, images, messages). À la fin de cette expérience, le but réel de l'étude sera révélé à l'ensemble des participants.

Dans la vie quotidienne, les personnes sont exposées attentivement aux messages de santé nutritionnelle à la radio, aux images visuelles sur la télévision et à différentes odeurs ambiantes dans l'environnement. Néanmoins, ils font souvent des choix orientés vers des aliments à haute densité énergétique, mettant en évidence un impact assez limité de l'exposition explicite. Nous formulons donc l'hypothèse que l'exposition multimodale non-attentive (décrite dans l'étude 3) sera plus efficace que l'exposition multimodale explicite pour impacter les choix alimentaires et que cela sera d'autant plus efficace chez les individus en surpoids et obèses.

## A moyen terme – Etudes électrophysiologiques

Pour faire suite à ces études comportementales, je souhaiterais poursuivre et étendre mes travaux vers les neurosciences cognitives. Les neurosciences cognitives désignent le domaine de recherche dans lequel sont étudiés les mécanismes neurobiologiques qui sous-tendent la cognition (perception, motricité, langage, mémoire, raisonnement, émotions...). Il s'agit d'une branche des sciences cognitives qui fait appel pour une grande part aux neurosciences, à la neuropsychologie, à la psychologie cognitive à l'imagerie cérébrale ainsi qu'à la modélisation.

Récemment, l'utilisation de méthodes de neurosciences cognitives a largement émergé, abordant les questions fondamentales de la cognition pour examiner les fondements neuronaux sous-jacents aux prises de décision (Glimcher et Fehr, 2014, Shadlen et Kiani, 2013). En mesurant les signaux physiques et neuronaux liés aux mécanismes de pensée que les individus ne peuvent pas contrôler consciemment, les neurosciences peuvent aider à mieux comprendre les mécanismes sous-tendant les comportements. Les mesures faites (par exemple : électroencéphalogramme, rythme cardiaque, ...) ne dépendent pas du traitement verbal ou linguistique et donc ces mesures s'affranchissent des biais d'attitudes et d'intentions introduits classiquement par des tests explicites (Feldman & Lynch, 1988).

Les techniques électrophysiologiques, telles que l'électro-encéphalographie (EEG) sont utilisées pour répondre à la question « Quand/à quel moment un processus se produit-il dans le cerveau ? ». L'EEG enregistre directement l'activité électrique du cerveau. Grâce à son excellente résolution temporelle, de l'ordre de la milliseconde, cette technique permet de suivre en temps réel la chronologie des opérations mentales, et d'étudier la dynamique des phénomènes cérébraux. De plus, l'EEG est une technique non invasive permettant la mesure des potentiels évoqués (PE). Ces derniers désignent la modification du potentiel électrique produite par le système nerveux en réponse à une stimulation sensorielle et caractérisent les activités perceptives et cognitives mises en œuvre pour la traiter (Luck, 2005). Les PE permettent ainsi d'améliorer la compréhension de la chronométrie fonctionnelle des systèmes sensoriels stimulés. Cisler & Koster (2010) ont mis en évidence une augmentation des processus attentionnels quand des indices alimentaires étaient présents dans l'environnement. Par conséquent, il serait intéressant de mesurer la chronométrie mentale lors de la prise de décision sur des choix alimentaires chez les adultes de NP, OW et Ob, afin de vérifier si ces individus diffèrent dans leur vitesse de décision. Enfin, la combinaison de méthodes comportementales et de l'EEG pourrait permettre de faire le lien entre des variations temporelles neurales et des prises de décision chez ces trois catégories d'individus.

Ainsi, j'envisage de réaliser des études en collaboration avec une collègue ayant l'expertise théorique pratique concernant l'EEG : Charlotte Sinding. Mon objectif sera d'explorer, chez des adultes de NP, OW et Ob, la chronométrie mentale se produisant lors d'une exposition non attentive à une odeur alimentaire présentée seule (amorçage olfactif unimodal) ou combinée avec d'autres indices (amorçage multimodal).

## ETUDE 1 : EEG ET AMORÇAGE OLFACTIF UNIMODAL

Avant de débiter cette étude, il nous faudra réaliser une série de pré-test avec des participants normo-pondéraux afin d'adapter le protocole d'amorçage olfactif à l'exploration par EEG. Pour l'étude principale, 30 adultes normo-pondéraux, 30 adultes en surpoids et 30 adultes obèses, différents de ceux ayant déjà participé aux études comportementales envisagées et décrites ci-dessus, seront recrutés. Ils viendront au laboratoire sous un faux prétexte. J'envisage de repartir des premiers travaux que j'ai réalisés en EEG avec Arnaud Leleu dans lesquels nous avons étudié la chronométrie mentale dans une tâche de catégorisation d'images (aliments versus non aliments) avec une situation d'amorçage olfactif. Cette fois, nous pourrons utiliser un olfactomètre (Burghart OM024) qui permettra de délivrer des odorants de manière parfaitement contrôlée (temps, température, concentration).

Des images d'aliments à haute (HDE) et à faible densité (FDE) énergétiques, issues de la base FoodPics, seront utilisées. Chaque essai consistera à afficher brièvement, sur un écran d'ordinateur, une image (450 ms) précédée d'une croix de fixation (800 ms) et suivie d'un écran blanc (200 ms). Les participants devront choisir parmi deux images présentées simultanément « quel aliment ils veulent le plus manger en ce moment ».

Les données seront analysées en deux étapes. Tout d'abord, nous pourrons faire une analyse individuelle (fréquence de temps et analyse en composantes indépendantes – ACI) et si celle-ci est réalisable, nous pourrons faire une analyse de groupe.

Ainsi, cette étude nous permettra d'étudier les temps de réaction et la chronométrie mentale lors d'une prise de décision alimentaire chez ces trois catégories d'individus. Nous pouvons supposer que des différences au niveau des temps de réponses et des potentiels évoqués seront observés. Nous pouvons supposer, en nous basant sur nos résultats issus des études comportementales, que les adultes normo-pondéraux auront des temps de réaction plus rapides pour répondre aux images alimentaires FDE en présence de l'odeur fruitée et des temps de réaction plus rapides pour répondre aux images HDE en présence de l'odeur d'aliment

palatable. Nous pouvons nous attendre à avoir des effets encore plus marqués chez des adultes OW et Ob en présence de l'odeur d'aliment palatable. En ce qui concerne les données EEG, nous pourrions regarder la N400. Cette onde est enregistrée lors de la détection de stimuli déviants de nature linguistique (Kutas & Hillyard, 1989), phonologique, orthographique ou arithmétique, mais aussi lors de la présentation de visages et d'odeurs, ou dans le cadre de la parole audiovisuelle (Lebib, Papo, de Bode & Baudonniere, 2003). De plus, nous pourrions explorer l'activité de l'onde gamma afin de voir comment est traitée la reconnaissance des odeurs alors que celles-ci ne sont pas perçues attentivement.

## ETUDE 2 : EEG ET AMORÇAGE MULTIMODAL

Nous pourrions envisager de faire revenir les mêmes participants que ceux ayant participé à l'étude décrite ci-dessus, deux semaines plus tard. Cette fois, les participants seront exposés à la fois aux odeurs mais également à une autre stimulation (par exemple, un message). Ils réaliseront la même tâche d'intention de choix entre deux images présentées simultanément sur l'écran d'ordinateur. A la fin de l'étude, tous les participants seront entièrement débriefés et le but réel de l'étude leur sera révélé.

Nous pouvons supposer que dans la condition d'amorçage multimodal, le traitement neuronal de l'information débutera plus tôt que dans le cas de l'amorçage olfactif unimodal. En effet, comme l'ajout d'informations aide à organiser les concepts, nous nous attendons à ce que l'effet de l'amorçage soit renforcé en présence de deux amorces. De plus, nous pouvons nous attendre, dans cette condition multimodale, à observer des latences plus courtes sur les pics des potentiels évoqués par rapport à un amorçage olfactif seul. Cette hypothèse est soutenue par Murray et al. (2004) qui indiquent que la mémoire multisensorielle améliore le traitement ultérieur de l'un des composants préalablement mémorisés.

## A long terme – Etudes en imagerie cérébrale (IRMf)

A plus long terme, je souhaiterais vraiment pouvoir étendre mes travaux vers des études en imagerie cérébrale, et plus spécifiquement en Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf). Des premiers contacts scientifiques sont en train de se mettre en place avec des collègues du Laboratoire d'Electronique, d'Informatique et d'Image (Le2i), avec des chercheurs (Professeurs d'Université et Professeurs Hospitaliers) du Pôle d'Imagerie Médicale du CHU de Dijon (A. Cochet, A. Lalande et F. Ricolfi). Nous nous sommes rencontrés à différentes reprises afin de présenter nos travaux respectifs et nous avons identifié des points d'accroche sur lesquels nous pourrions collaborer. Pour ce faire, nous

envisageons de déposer un projet collaboratif auprès de l'I-SITE BFC. Les projets I-SITE sont des projets « d'universités et d'établissements qui valorisent des atouts scientifiques thématiques plus concentrés, distinctifs, reconnus sur le plan international, et qui en font un levier d'entraînement et un point d'appui de leur stratégie de développement et de partenariat avec le monde économique ».

Ma collègue Charlotte Sinding et moi-même avons déjà commencé à réfléchir à un projet visant à comprendre les choix alimentaires chez des populations normales et obèses en caractérisant les zones cérébrales dysfonctionnelles par neuro-imagerie.

Pour ce faire, nous envisageons tout d'abord d'utiliser d'une méthode de voxel-based-morphometry afin d'explorer la variation de quantité de matière grise dans les différentes aires cérébrales impliquées dans les choix alimentaires chez des populations d'adultes normo-pondéraux versus en surpoids et/ou obèses. De plus, au moyen d'une exploration en IRMf (Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle), nous souhaiterions comprendre le fonctionnement des zones cérébrales préalablement identifiées, lors de perception de boissons très palatables (ex. un soda fortement sucré), moyennement palatables (ex. boisson à base de jus de fruit), et peu palatables (ex. boisson à base de thé vert).

Les résultats obtenus nous permettront de cibler les zones du cerveau présentant une réorganisation neuronale et un fonctionnement altéré lors de la dégustation d'aliments plus au moins palatables. Pour cela, nous comparerons les résultats de participants appartenant à des populations homogènes en termes d'âge, de sexe, de catégories socio professionnelles mais différant selon leur indice de masse corporelle (normo-pondéraux versus surpoids/obèses).





The End

## CONCLUSION

---

Pour conclure, la rédaction de ce manuscrit m'a permis de faire le point sur mes travaux passés, en cours et sur les perspectives que je souhaite réaliser. Il est toujours intéressant et satisfaisant intellectuellement de « faire un point » et de se projeter. C'est en tout cas comme cela que j'aurai vécu la rédaction de ce travail d'HDR.

Dans une période difficile pour la Recherche (difficulté pour obtenir des postes, des financements, ...), je mesure la chance que j'aie d'avoir un environnement de travail stable et bénéfique pour poursuivre mes travaux. J'espère arriver encore plus à décloisonner ces deux disciplines que sont la psychologie et les sciences de l'alimentation afin d'enrichir la compréhension des mécanismes cognitifs qui sous-tendent les choix alimentaires. Etant dans une équipe qui travaille sur les comportements alimentaires chez le bébé, l'enfant et jusqu'à la personne âgée, je pense que je peux apporter mon expertise et envisager des projets intéressants



pour l'avenir. Le fait de vouloir m'intéresser aux mécanismes cognitifs impliqués dans les prises de décision et les choix alimentaires chez des populations spécifiques (adultes en surpoids et obèses) me permettra aussi d'initier des travaux singuliers et novateurs, et de me positionner pour des projets de plus grande envergure.

Les mystères de la conscience, de la cognition et du comportement alimentaire sont encore bien loin d'être révélés et sept ans après mon recrutement à l'INRA, ma motivation à poursuivre mes travaux et à innover reste intacte !



# BIBLIOGRAPHIE

- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2-3), 112–120
- Ansoorge, U., Khalid, S., Laback, B. (2016). Unconscious Cross-Modal Priming of Auditory Sound Localization by Visual Words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 925-937.
- Bagozzi, R. P. (1991). The role of psychophysiology in consumer research. In T. S. Robertson & H. H. Kassarian, *Handbook of consumer behavior*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Berger, C.(1997). Catégorisation, Formation de concepts et induction : rôle des informations perceptives et conceptuelles chez le jeune enfant. *L'année psychologique*, 97, 495-517.

- Blechert, J., Meule, A., Busch, N. A., Ohla, K. (2014). Food-pics: an image database for experimental research on eating and appetite. *Frontiers in Psychology*, 5, 617.
- Blin, P., Ferry, M., Maubourguet-Ake, N., Vetel, J. M. (2011). Prévalence de la dénutrition protéino-énergétique en EHPAD. *La revue de Gériatrie*, 36, 127-134.
- Boesveldt, S., Frasnelli, J., Gordon, A. R., Lundstrom, J. N. (2010). The fish is bad: negative food odors elicit faster and more accurate reactions than other odors. *Biological Psychology*, 84, 313-317.
- Chambaron, S.**, Chisin, Q., Chabanet, C., Issanchou, S., Brand, G. (2015). Impact of olfactory and auditory priming on the attraction to foods with high energy density. *Appetite*, 95, 74–80.
- Chapelot, D., Louis-Sylvestre, J. (2004). *Les comportements alimentaires*. Paris: Lavoisier.
- Chrea, C., Valentin, D., Sulmont-Rossé, C., Nguyen, D. H., Abdi, H. (2005). Semantic, typicality and odor representation: A cross-cultural study. *Chemical Senses*, 30, 37-49.
- Cisler J. M., Koster E. H. (2010). Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: an integrative review. *Clinical Psychology Review*, 30, 203–216
- Cleeremans, A., Destrebecqz, A., Boyer, M. (1998). Implicit learning: news from the front. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 406-416.
- Darmon, N., Vieux, F., Maillot, M., Volatier, J. L., Martin, A. (2009). Nutrient profiles discriminate between foods according to their contribution to nutritionally adequate diets: a validation study using linear programming and the SAIN, LIM system. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 1227-1236.
- de Boer J, Schösler H, Aiking H. (2014). “Meatless days” or “less but better”? Exploring strategies to adapt Western meat consumption to health and sustainability challenges. *Appetite*, 76, 120-128.
- Degel, J., Piper, D., and Köster, E.P. (2001). Implicit learning and implicit memory for odors: The influence of odor identification and retention time, *Chemical Senses*, 26, 267–280.
- Dehaene, S., Changeux, J. P. (2011). Experimental and theoretical approaches to conscious processing. *Neuron*, 70, 200–227.
- Doty RL. (1991). Olfactory dysfunction in neurodegenerative disorders. In Getchell TV, Doty RL, Bartoshuk LM, Snow JB (eds), *Smell and Taste in Health and Disease*. New York, Raven Press, pp 735–751.
- Fazio, R. H., Olson, M. A. (2003). Implicit measures in social cognition research: Their meaning and use. *Annual Review of Psychology*, 54, 297-327.
- Feldman J.M., Lynch J.G. (1988). Self-generated validity and other effects of measurement on belief, attitude, intention and behavior. *Journal of Applied Psychology*, 73, 421–435

- Ferry, M., Alix, E., Brocker, P., Constans, T., Lesourd, B., Mischlich, D., et al. (2007). *Nutrition de la personne âgée*. Paris: Masson.
- Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., **Chambaron, S.** (2013). Priming effects of an olfactory food cue on subsequent food-related behaviour. *Food Quality and Preference*, *30*, 274-281.
- Gaillet-Torrent, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., **Chambaron, S.** (2014). Impact of a non-attentively perceived odour on subsequent food choices. *Appetite*, *76*, 17–22.
- Gearhardt, A. N., Treat, T. A., Hollingworth, A., Corbin, W. R. (2012). The relationship between eating-related individual differences and visual attention to foods high in added fat and sugar. *Eating Behaviors*, *13*(4), 371–374.
- Gillette-Guyonnet, S., Lauque, S., Ousset, P. J. (2005). Nutrition et maladie d'Alzheimer. *Psychologie et Neuropsychiatrie du Vieillessement*, *3*, 35-41.
- Glimcher, P. W., Fehr, E. (2014). *Neuroeconomics: Decision Making and the Brain*, 2nd edn. Amsterdam, Boston: Elsevier/AP, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Greenwald, A. G., Banaji, M. R. (1995), Implicit social cognition: attitudes, self-esteem, and stereotypes, *Psychological Bulletin*, *102*, 1, 4-27
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., Schwartz, J. K. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*, 1464-1480
- Guéguen N., Petr C. (2006). Odors and consumer behavior in a restaurant. *International Journal of Hospitality Management*, *25*, 335–339
- Guyonnet, S., Nourashemi, F., Ousset, P. J., de Glisezinski, I., Rivière, D., Albarede, J. L., et al. (1999). Maladie d'Alzheimer et nutrition. *Revue Neurologique*, *155*, 343-349.
- Haslam, D.W., James, W.P. (2005). "Obesity". *Lancet* *366* (9492): 1197–209.
- Hébel, P. (2008). Se nourrir d'abord, se faire du bien ensuite. *Consommation et Mode de vie*, *209*, p. 1-4.
- Hendrikse, J.J., Cachia, R.L., Kothe, E.J., McPhie, S., Skouteris, H., Hayden, M.J. (2015). Attentional biases for food cues in overweight and individuals with obesity: a systematic review of the literature. *Obesity Reviews*, *16*, 424–432.
- Holland, R. W., Hendriks, M., Aarts, H. (2005). Smells like clean spirit. *Psychological Science*, *16*, 689-693.
- Hollands, G.J., Marteau, T.M., Fletcher, P.C. (2016) Non-conscious processes in changing health-related behaviour: a conceptual analysis and framework. *Health Psychology Review*, *10*, 381-394.
- Holley, A. (2006). Olfaction et neurobiologie. *Terrains*, *47*, 107-122.
- Hoover, K. C. (2010). Smell with inspiration: the evolutionary significance of olfaction. *American Journal of Physical Anthropology*, *143*, 63–74.

- Hummel, T., Olgun, S., Gerber, J., Huchel, U., Frasnelli, J. (2013) Brain responses to odor mixtures with sub-threshold components. *Frontiers in Psychology*, 4,786.
- Jacquier, C., Bonthoux, F., Baciù, M., Ruffieux, B. (2012). Improving the effectiveness of nutritional information policies: assessment of unconscious pleasure mechanisms involved in food-choice decisions. *Nutrition Reviews*, 70, 118-131.
- Jallinoja P, Niva M, Latvala T. (2016). Future of sustainable eating? Examining the potential for expanding bean eating in a meat-eating culture. *Futures*, 83,4-14.
- Karpinski, A., Steinman, R. B. (2006). The single category implicit association test as a measure of implicit social cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91, 16-32.
- Knoblich, G., Sebanz, N. (2006). The social nature of perception and action. *Current Directions in Psychological Science*, 15, 99–104.
- Köster, E. P. (2003). The psychology of food choice: some often encountered fallacies. *Food Quality and Preference*, 14, 359-373.
- Kouider, S., Dehaene, S. (2009). Subliminal number priming within and across the visual and auditory modalities. *Experimental Psychology*, 56(6), 418-433.
- Krusemark, E.A., Li, W. (2012). Enhanced olfactory sensory perception of threat in anxiety: An event-related fMRI study. *Chemosensory Perception* 5, 37- 45.
- Kutas, M., Hillyard, S. A. (1989), An electrophysiological probe of incidental semantic association. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1, 38-49.
- Larsen, J. K., Hermans, R. C. J., Engels, R. C. (2012). Food intake in response to food-cue exposure: examining the influence of duration of the cue exposure and trait impulsivity. *Appetite*, 58, 907-913.
- Lauque, S., Guyonnet, S., Nourhashemi, F., Guigoz, Y., Albarède, J. L., Vellas, B. (1999). Le statut nutritionnel des personnes âgées vivant en maison de retraite : étude comparative en cas de démence ou non. *Revue de Gériatrie*, 24, 115-119.
- Lebib, R., Papo, D., de Bode, S., Baudonniere, P. M. (2003). Evidence of a visual-to-auditory cross-modal sensory gating phenomenon as reflected by the P50 event-related brain potential modulation. *Neuroscience Letters*, 341, 185-188.
- Lena, S.M., Fiocco, A.J., Leyenaar, J.K. (2004). The role of cognitive deficits in the development of eating disorders. *Neuropsychology Review*, 14,2, 99-113.
- Luck, S.J. (2005). An introduction to the event-related potential technique. MIT Press; Cambridge, MA.
- Marteau, T. M., Hollands, G. J., Fletcher, P. C. (2012). Changing human behavior to prevent disease: The importance of targeting automatic processes. *Science*, 337(6101), 1492–1495.
- Marty, L., Bentivegna, H., Nicklaus, S., Monnery-Patris, S., **Chambaron, S.** (2017). Non-conscious effect of food odors on children’s food choices varies by weight status. *Frontiers in Nutrition*, 4:16.

- Mendez, M.A., Monteiro, C.A., Popkin, B.M. (2005). Overweight exceeds underweight among women in most developing countries. *American Journal of Clinical Nutrition* 81(3):714–721.
- Meshulam, R. I., Moberg, P. J., Mahr, R. N., Doty, R. L. (1998). Olfaction in neurodegenerative disease: a meta-analysis of olfactory functioning in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Archives of Neurology*, 55, 84-90.
- Mobbs, O., Iglesias, K., Golay, A., van der Linden, M. (2011). Cognitive deficits in obese persons with and without binge eating disorder. Investigation using a mental flexibility task. *Appetite* 57, 263–271.
- Morley, J. E. (1998). Protein-energy malnutrition in older subjects. *Proceedings of the Nutrition Society*, 57, 587-592.
- Murray M. M., Michel C. M., Grave de Peralta R., Ortigue S., Brunet D., Gonzalez Andino S., et al. . (2004). Rapid discrimination of visual and multisensory memories revealed by electrical neuroimaging. *Neuroimage* 21, 125–135.
- Nicolas, S., Perruchet, P. (1998). La mémoire implicite : Une vue d'ensemble. *Psychologie Française*, 43, 3-12.
- Nijs, I. M., Muris, P., Euser, A. S., Franken, I. H. (2010). Differences in attention to food and food intake between overweight/obese and normal-weight females under conditions of hunger and satiety. *Appetite*, 54(2), 243–254.
- Nisbett, R. E., Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84, 231-259.
- Nissen, M. J. & Bullemer, P. (1987). Attentional requirement of learning : Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Padovan, C., Versace, R., Thomas-Anterion, C., Laurent, B. (2002). Evidence for a selective deficit in automatic activation of positive information in patients with Alzheimer's disease in an affective priming paradigm. *Neuropsychologia*, 40, 335-339.
- Perruchet, P., Gallego, G. (1997). A subjective unit formation account of implicit learning. In D. Berry (Ed.), *How implicit is implicit knowledge?* (pp. 124-161). Oxford: Oxford University Press.
- Perruchet, P., Nicolas, S. (1998). L'apprentissage implicite : Un débat théorique. *Psychologie Française*, 43, 13-25.
- Popkin, B.M., Adair, L.S., Ng, S.W. (2012). Global Nutrition and the Pandemic of Obesity in Developing Countries. *Nutrition Review*, 70, 3-21.
- Postle, B. R., Corkin, S., Growdon, J. H. (1996). Intact implicit memory for novel patterns in Alzheimer's disease. *Learning & Memory*, 3, 305-312.
- Ratcliff, R. (1993). Methods for dealing with reaction-time outliers. *Psychological Bulletin*, 114, 510-532.
- Raynaud-Simon, A., Lesourd, B. (2009). Dénutrition du sujet âgé : Conséquences cliniques. *Presse Médicale*, 29, 2183-2190.
- Richardson-Klavehn, A., Bjork, R. A. (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-543.

- Rio, C., Jeannier, C., Lejeune, H., Noah, M. (2011). *Alimentation & Alzheimer : s'adapter au quotidien*. Rennes, France: Presses de l'EHESP.
- Riviere, S., Gillette-Guyonnet, S., Voisin, T., Reynish, E., Andrieu, S., Lauque, S., et al. (2001). A nutritional education program could prevent weight loss and slow cognitive decline in Alzheimer's disease. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 5, 295-299.
- Roediger, H.L. (1990). Implicit memory: retention without remembering. *American Psychologist*, 45, 1043-1056.
- Rozin, P., Fischler, C., Imada, S., Sarubin, A., Wrzesniewski, A. (1999). Attitudes to food and the role of food life in the U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France: possible implications for the diet-health debate. *Appetite* 33, 163-180.
- Ruby, M.B., Heine, S.J. (2011). Meat, morals, and masculinity. *Appetite*, 56, 447-50.
- Schab, F.R., Crowder, R.G. (1995). Implicit measures of odor memory. In F.R. Schab & R.G. Crowder (Eds.), *Memory for odors* (pp. 71-91). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schacter, D. L. (1987). Implicit Memory: History and Current Status. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 13, 501-518.
- Shadlen, M. N., Kiani, R. (2013). Decision making as a window on cognition. *Neuron* 80, 791–806.
- Smeets, M.A., Dijksterhuis, G.B. (2014). Smelly primes - when olfactory primes do or do not work. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-10.
- Smith, K. L., Greenwood, C. E. (2008). Weight loss and nutritional considerations in Alzheimer disease. *Journal of nutrition for the elderly*, 27, 381-403.
- Sobel, N., Prabhakaran, V., Zhao, Z., Desmond, J.E, Glover, G.H., Sullivan, E.V., Gabrieli, J.D. (2000). Time course of odorant-induced activation in the human primary olfactory cortex. *Journal of Neurophysiology*, 83, 537–551.
- Soudry, Y., Lemogne, C., Malinvaud, D., Consoli, S. M., Bonfils, P. (2011). Olfactory system and emotion: common substrates. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 128(1), 18–23.
- Stevenson, R.J., Boakes, R.A. (2003). A mnemonic theory of odor perception. *Psychological Review*, 110, 340-364.
- Stevenson, R. J., Boakes, R. A., Prescott, J. (1998). Changes in odor sweetness resulting from implicit learning of a simultaneous odor-sweetness association: an example of learned synesthesia. *Learning and Motivation*, 29, 113-132.
- Versace, R., Auge, A., Thomas-Anterion, C., Laurent, B. (2002). Affective priming effects in the left and right cerebral hemispheres in patients with Alzheimer's disease. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 9, 127-134.
- Versace, R., Labeye, E., Badard, G., Rose, M. (2009). The contents of long-term memory and the emergence of knowledge. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21, 522-560.

- Whittlesea, B.W., Price, J.R. (2001) Implicit/explicit memory versus analytic/nonanalytic processing: Rethinking the mere exposure effect. *Memory and Cognition* 29, 234–246.
- WHO/FAO (2002). Report of the Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Geneva: World Health Organisation.
- Wulf, G., Schmidt, R. A. (1997). Variability of practice and implicit motor learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23, 987-1006.
- Zajonc, R. B. (1968), Attitudinal effects of mere exposure, *Journal of Personality and Social Psychology*, 9, Monograph supplement 2, 1-27.