

1 Processus cognitifs de la Perception chimique

Participants :

Lyon: UMR 5020 CNRS (Jean-Pierre Royet, Jane Plailly, Moustafa Bensafi),

Dijon : UMR 1129 FLAVIC, INRA (Claire Sulmont-Rossé, Sylvie Issanchou, Stéphanie Chambaron-Gihnac, Thierry Thomas-Danguin) ; UMR CNRS 5170, CESC (Gérard Coureaud, Benoit Schaal), (UMR CNRS 5120, Lyon)

Besancon : Université de Franche-Comté (Jean-Louis Millot, Gérard Brand).

1.1 Introduction

Il est courant d'entendre dire que *le sens olfactif* est sous-développé, voire dégénéré chez l'homme. Il est toutefois de plus en plus montré que ce sens joue un rôle prépondérant dans nos comportements, que ce soit consciemment ou inconsciemment. Ainsi, quelques études ont montré qu'une odeur pouvait déclencher un comportement, ou une réponse verbale, sans que les participants ne soient conscients d'avoir été exposés à cette odeur et surtout sans qu'ils n'aient conscience d'une association entre l'odeur et leur comportement. Le propos de notre communauté scientifique est de comprendre les processus cognitifs qui sous-tendent la perception olfactive. Cela inclut les processus associés à la détection, la mémoire et l'identification des odeurs, et ceux qui sous-tendent la dimension émotionnelle. Le sens olfactif est classiquement intégré aux *sensorialités chimiques* qui comprennent également *les sens gustatif et trigéminale* (composante somesthésique). L'étude des processus cognitifs associés à l'un de ces sens implique que l'on étudie également ceux liés aux autres sens, car ils interagissent étroitement entre eux.

Peu d'équipes de recherches fondamentales travaillent sur la question des sens chimiques chez l'Homme dans le monde. Jusqu'à peu de temps, elles ne recouraient qu'aux techniques de psychologie expérimentale et cognitive pour tenter de comprendre les mécanismes sous-jacents. Les techniques électrophysiologiques de scalp fondées sur l'enregistrement de potentiels évoqués ont été peu utilisées car les circuits des sens chimiques sont tous situés en profondeur dans le cerveau. L'avènement des techniques d'imagerie cérébrale (TEP, IRMf) a par contre révolutionné notre compréhension des bases neuronales des sens chimiques et principalement de la perception olfactive. A ce jour, huit équipes au plus dans le monde dont 4 en Europe et une en France utilisent ces techniques de manière suivie pour percer les bases neuronales de ces trois modalités sensorielles.

1.2 Enjeux théoriques

Les champs majeurs d'application de nos connaissances de la sensorialité olfactive chez l'homme sont le comportement de consommation alimentaire et les interactions sociales entre individus. Ils intègrent la mise en évidence des circuits neuronaux impliqués dans la prise de décision et peuvent ainsi également déboucher sur l'étude de nos comportements en termes économiques (neuroéconomie). Dans le cas du comportement alimentaire, les questions soulevées intéressent non seulement l'INRA, mais également le domaine de la médecine puisque les troubles du comportement alimentaire peuvent être associés à un dysfonctionnement de la perception olfactive. Enfin, la connaissance des processus olfactifs chez les sujets sains et âgés est essentielle tandis que la détérioration de ces processus lors du vieillissement représente un problème courant pour détecter une fumée d'incendie, une fuite de gaz, ou un environnement pollué.

1.3 Eléments de prospectives

1.3.1 Les processus cognitifs de la perception olfactive

1.3.1.1 Les processus de mémoire et la prise de décision (Plailly J. et Royet J.P.)

Pour bien appréhender l'impact conscient ou inconscient de odeurs sur le comportement, il est crucial d'étudier les processus associés à la mémoire des odeurs : Est-ce que des réseaux neuronaux

distincts sont activés dans la mémoire à long terme et celle à court terme ? Quelles sont les aires impliquées dans la **mémoire de travail** ? Quels sont les réseaux activés lors d'une tâche de **mémoire épisodique** ? Est-ce que les circuits neuronaux associés au souvenir ou au jugement de **familiarité** sont distincts ? Dans quelle mesure cette mémoire est modulée par l'**émotion** et la richesse de l'information multisensorielle disponible ? Un autre élément majeur de prospective est l'étude des phénomènes de **distorsion de la mémoire et de ses imperfections** chez le sujet sain. Est-ce que des réseaux neuronaux distincts sont activés selon que le sujet adopte une attitude conservatrice ou libérale ? Quel est l'impact du **degré de confiance** qu'a un sujet sur sa réponse, et quels sont les facteurs qui motivent sa **prise de décision**.

La connaissance de ces processus cérébraux est utile à la compréhension des réactions de consommation alimentaire de tout un chacun. La connaissance préalable de ces processus chez le sujet sain est également indispensable pour mieux appréhender leur altération chez le patient qui présente un dysfonctionnement de la perception des odeurs ou du goût, qu'il résulte du vieillissement ou d'une maladie neurodégénérative.

1.3.1.2 Les processus attentionnels (Brand G. et Jacquot L.)

Quel est l'impact des odeurs ambiantes sur les **processus attentionnels**, et quelles sont les caractéristiques du stimulus odorant qui modulent ce niveau d'éveil (arousal) ? La connaissance de ces interactions entre les processus olfactifs et attentionnels est fondamentale dans la mesure où de nombreuses applications sont envisageables, en situation d'apprentissage, en remédiation psychopathologique et même en marketing. Parmi les facteurs envisageables, la composante trigéminal (composante plus ou moins irritante de l'odeur) pourrait constituer le principal vecteur de l'élévation du niveau de vigilance et des performances améliorées subséquentes.

1.3.2 Sensorialité chimique et comportement alimentaire

1.3.2.1 La régulation de l'état nutritionnel via la perception olfactive (Jiang T.)

La théorie de **l'addiction de la salience motivationnelle** ("incentive salience") suggère que la valeur hédonique ("liking") d'une drogue peut être dissociée du désir ("wanting") due à une salience motivationnelle accrue. De façon semblable, les appétits naturels telles que la faim ou la soif potentialisent l'intensité du désir (déclenché par le stimulus) d'obtenir la récompense. Ainsi, la faim potentialise les effets des stimuli alimentaires. (Berridge, 2001). Dans un contexte différent, il est montré que l'**alliesthésie** traduit la réduction du plaisir évoqué par les stimuli alimentaires au cours du repas. Quelles sont les bases neuronales respectives du jugement de la valeur hédonique d'une odeur alimentaire et du désir que l'on éprouve à manger cet aliment ? Comment ces processus cérébraux varient au cours du repas ?

Dans ce contexte, la connaissance des processus cognitifs mis en jeu chez les sujets ayant des troubles du comportement alimentaire (**anorexie, obésité, boulimie**) constitue un enjeu sociétal lié à la santé capital. Chez de tels sujets, le contrôle du système sensoriel est déficient : les sujets obèses présentent une hyper-réactivité sensorielle, ainsi qu'une absence d'alliesthésie. A l'inverse, l'alliesthésie est renforcée chez des personnes atteintes d'anorexie mentale. Quelles sont les bases neuronales olfactives qui sous-tendent ces processus lorsque ces patients sont stimulés par des odeurs alimentaires ou pas ? Est-il possible de moduler ou contrôler ces comportements pathologiques ? La compréhension de ces mécanismes implique des retombées économiques indiscutables.

1.3.2.2 Les effets d'un amorçage olfactif sur les choix alimentaires ultérieurs (Sulmont-Rossé C., Chambaron-Gihnac S., Issanchou S.)

Dans le domaine alimentaire, il semble opportun d'examiner comment une **amorce olfactive** pourrait soit influencer directement le comportement de consommation, soit aller activer inconsciemment un concept de haut niveau qui entraînerait alors un autre comportement de consommation.

La connaissance de ces mécanismes cognitifs inconscients sous jacents au comportement alimentaire représente également un enjeu sociétal et économique important. Une telle connaissance est en effet fondamentale pour qui veut développer des actions efficaces pour promouvoir des régimes alimentaires plus équilibrés. L'utilisation des méthodologies de la psychologie cognitive et des outils de la neuroimagerie (MEG, IRMf) peuvent permettre de mieux comprendre les bases neurales impliquées dans les comportements alimentaires « non conscients ». La validation des protocoles expérimentaux testés en laboratoire peut être réalisée lors d'études en milieu réel (restaurants, supermarchés).

1.3.2.3 *La perception des mélanges d'odeurs (Thomas-Danguin T.)*

D'une manière écologique, et plus particulièrement dans le cas des aliments, les odeurs ou les arômes que nous percevons sont issus de **mélanges complexes** de composés odorants. Or les processus de perception des odorants en mélange sont différents des processus de perception des odeurs mono-moléculaires (Boyle *et al.* 2008). Pour mieux cerner nos comportements de consommation, il est par conséquent indispensable d'examiner dans un avenir proche les corrélats neurophysiologiques des interactions perceptives dans les mélanges d'odeurs ?

1.3.3 **Ethologie du développement et psychologie cognitive (Schaal B.)**

Quels sont les mécanismes sensoriels, cognitifs et comportementaux de l'adaptation de l'organisme aux contraintes imposées par les transitions typiques et atypiques du développement précoces (naissance, prise lactée, sevrage) ? L'analyse est portée sur des modalités (olfaction, toucher) de stabilisation précoce de « représentations » qui contrôlent les réponses les plus précoces d'approches et de retrait. A ce titre, l'olfaction est fortement mobilisée dans la canalisation des réponses adaptatives. Quels sont les processus sensori-moteurs élaborés par les nécessités de la **communication mère-jeune** autour de la prise lactée ? Ces processus favorisent l'évolution de mécanismes de signalisation olfactive chez la femelle, prédisposent le cerveau néonatal à traiter certaines stimulations, et canalisent les performances cognitives futures de l'organisme en développement. Au fur et à mesure de la progression développementale de l'organisme, l'olfaction poursuit son rôle organisateur et modulateur du comportement. Quelles sont les fonctions de l'olfaction dans le flux multisensoriel qui détermine l'orientation dans l'espace, les choix affiliatifs et les préférences alimentaires. ?

1.3.4 **Perception olfactive et vieillissement**

La compréhension des processus de vieillissement chez l'homme constitue actuellement un sujet sociétal majeur auquel participe les Sciences Cognitives. Se pose notamment le problème de l'évolution des facultés mnésiques et réactions émotionnelles qu'il s'agisse de sénescence ou de sénilité.

1.3.4.1 *Neuroplasticité et Neuropathologie du Système Olfactif (Bensaï M.)*

Comment l'expérience influence la perception olfactive et les circuits neuronaux qui la soutiennent ? Quels sont les circuits neuronaux impliqués dans la discrimination hédonique des odeurs ? Quel est l'effet du **vieillessement normal et pathologique** sur la perception olfactive ? Quel est l'impact de l'**expérience** (apprentissage, enrichissement) sur la perception olfactive.

1.3.4.2 *Les interactions entre émotion et cognition au cours du vieillissement (Millot J.L.)*

Divers travaux suggèrent un **biais de positivité** chez les personnes âgées confrontées à des stimulations émotionnelles (matériel visuel). Ce biais de positivité permettrait de réduire l'impact de stimulations émotionnelles négatives et serait permis par une mobilisation de ressources cognitives (interaction entre cortex frontal et structures limbiques). Qu'en est-il dans le cas de la modalité olfactive et quelles sont les bases neuronales sous-jacentes ?