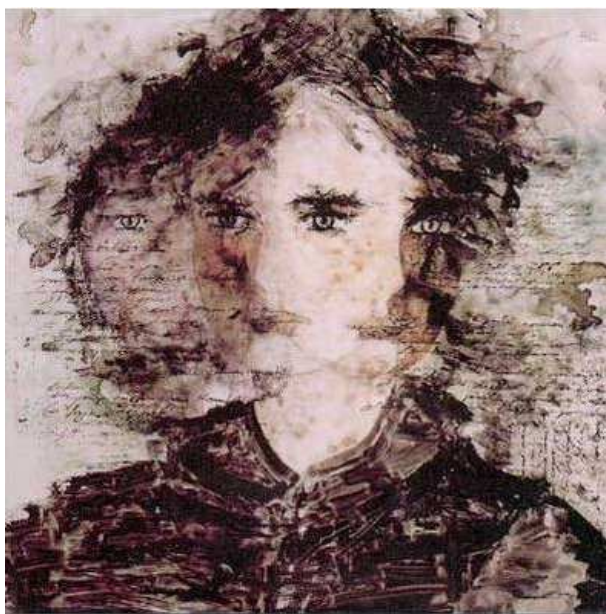




Université Catholique de Louvain
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation
Unité de Neurosciences Cognitives

Exploration électrophysiologique des biais attentionnels envers les expressions faciales émotionnelles dans l'anxiété.



Thèse présentée en vue de l'obtention
du grade de Docteur en Sciences Psychologiques par
Mandy Rossignol

Promoteurs : Pr. Pierre Philippot
Dr. Salvatore Campanella

Jury : Pr. Jean-Michel Guérit
Pr. Gilles Pourtois
Pr. Henrique Sequeira
Pr. Xavier Seron

Louvain-la-Neuve, 16 avril 2009.



Université Catholique de Louvain
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation
Unité de Neurosciences Cognitives

Exploration électrophysiologique des biais attentionnels envers les expressions faciales émotionnelles dans l'anxiété.

Thèse présentée en vue de l'obtention
du grade de Docteur en Sciences Psychologiques par
Mandy Rossignol

Promoteurs : Pr. Pierre Philippot

Dr. Salvatore Campanella

Jury : Pr. Jean-Michel Guérit

Pr. Gilles Pourtois

Pr. Henrique Sequeira

Pr. Xavier Seron

Louvain-la-Neuve, 16 avril 2009.

Illustration de couverture : Anne Boile, « *Réflexion* ».

Peinture sur verre, 50 x50 cm.

A ma famille.

« Car l'on ne voit profondément que dans la nuit profonde ».

Denys Gagnon

Table des matières

Préalable	1
Chapitre 1. Attention et émotions.	11
Chapitre 2. Corrélats cognitifs et cérébraux de l'anxiété.	71
Chapitre 3. Traitement des expressions faciales émotionnelles dans les troubles anxieux.	107
Chapitre 4. Influence de l'anxiété-trait sur la détection d'expressions faciales de joie et de peur.	147
Chapitre 5. Impact de l'anxiété sociale sur la détection des expressions faciales émotionnelles.	169
Chapitre 6. Perception catégorielle de la colère et du dégoût dans l'anxiété sociale.	211
Chapitre 7. Rôle respectif des processus d'engagement et de désengagement attentionnels.	247
Chapitre 8. Implication spécifique des processus de désengagement.	283
Chapitre 9. Impact d'une comorbidité dépressive sur le traitement émotionnel.	323
Chapitre 10. Discussion générale.	347
Références bibliographiques.	427
Annexe : Description et morphologie des composants ERP.	485
Remerciements.	493

Préalable

« Seuls sont heureux ceux qui ne pensent jamais, autrement dit ceux qui ne pensent que le strict minimum nécessaire pour vivre. La vraie pensée ressemble, elle, à un démon qui trouble les sources de la vie, ou bien à une maladie qui en affecte les racines mêmes. »

Cioran.

Notre quotidien est empreint de préoccupations diverses, personnelles, familiales, financières, professionnelles. L'anxiété est une réponse normale à ces préoccupations diverses, et sa fonction adaptative est même nécessaire à la vie. En effet, anticiper les événements difficiles permet d'y faire face le moment venu, et l'absence totale d'anxiété conduirait à un état d'indifférence et d'apathie. Cependant, la limite entre une réaction anxieuse normale et l'anxiété pathologique est floue. L'anxiété pathologique est un trouble émotionnel qui se traduit par un sentiment d'insécurité. Souffrir d'anxiété, c'est ressentir une angoisse permanente, une peur du présent, du futur, des conséquences de chaque action, même minime. C'est accorder une attention particulière à chaque détail d'un environnement perçu comme une source de dangers, et tenter de prévenir ceux-ci. Souffrir d'anxiété, c'est lutter en permanence pour gérer sa peur. Ce contexte met l'accent sur deux aspects centraux : l'attention et les émotions.

Attention et émotions sont deux concepts étroitement liés chez tout un chacun. Nous prêtons une attention particulière à ce qui nous intéresse, et nous sommes notablement intéressés par ce qui évoque chez nous des émotions, positives ou négatives. Cette sélection arbitraire des événements émotionnels participe activement au contrôle d'une homéostasie interne. Les

expressions faciales émotionnelles, par exemple, constituent des signaux sociaux d'une grande importance et doivent être détectées rapidement et efficacement pour offrir des relations interpersonnelles satisfaisantes. Cela explique qu'une attention particulière soit allouée à cette catégorie de stimuli. Un partage émotionnel s'opère autour des expressions faciales de joie ou de tristesse, donnant naissance à cette empathie qui enrichit les rapports humains. Mais la détection rapide des expressions émotionnelles permet également d'anticiper une menace directe dans le cas d'une expression de colère, ou indirecte dans celui d'une expression de peur... Après la détection vient la réponse qui, adaptée, permet de désamorcer les conflits sociaux, avec en balance les réactions de *flight* ou *fight*. Affronter ou fuir, donc, pour maintenir un certain équilibre intérieur.

Cet équilibre peut être mis à mal par un niveau d'anxiété trop élevé. Plus particulièrement, l'anxiété générale, qui touche toutes les sphères de la vie quotidienne, est à distinguer de l'anxiété sociale, affectant essentiellement les situations impliquant une évaluation interpersonnelle. De fait, vingt années d'études comportementales sur le sujet ont démontré une modulation des processus de traitement des expressions faciales émotionnelles dans les troubles anxieux. Les modèles ont contrasté une hypervigilance préattentionnelle à la menace et un évitement stratégique de celle-ci. Concrètement, cela signifie que l'anxiété, générale ou sociale, conduit à une détection rapide et automatique des menaces présentes dans l'environnement, et que l'attention est directement orientée vers ces stimuli. Mais, dans un second temps, la personne anxieuse va fuir cette menace, l'éviter. Cependant,

l'affrontement des situations anxiogènes est nécessaire à leur gestion et, à terme, la mise en place répétée de stratégies d'évitement va renforcer l'anxiété ressentie à leur égard. Différentes modélisations ont impliqué des processus perceptifs, attentionnels, motivationnels et stratégiques, mais la temporalité des mécanismes cognitifs soutenant ces réponses demeure néanmoins largement méconnue.

Dans ce cadre, nos études visent essentiellement à tenter de mieux comprendre par quel biais les expressions émotionnelles sont différemment perçues chez les individus présentant une anxiété disproportionnelle, et quels niveaux du traitement cognitif sont perturbés. Afin d'éviter une contamination de nos données par les traitements chimiques et psychologiques mis en place autour de patients souffrant d'anxiété clinique, nous avons fait le choix d'étudier ces mécanismes chez des personnes souffrant d'une anxiété reconnue par eux-mêmes, mais non prise en charge.

Un des challenges de cette thèse sera sa situation à l'interface de deux grands courants de la pensée psychologique que sont les neurosciences cognitives et la psychopathologie. Aux neurosciences, nous emprunterons notre champ d'étude, l'attention, et notre méthode, l'électrophysiologie, et à la psychopathologie l'objet de notre étude, à savoir la modulation du traitement émotionnel par l'anxiété. Cette thématique conduit nécessairement à nous positionner dans un cadre théorique relativement large. En effet, nos études constituent une jonction entre différentes traditions de recherches sur l'attention, les émotions, la perception des visages, et l'anxiété. En conséquence, notre corpus théorique abordera ces aspects respectifs, en

montrant comment ces champs s'interpénètrent dans l'étude des biais de perception envers les expressions faciales émotionnelles dans les troubles anxieux.

Notre exposé débutera par une présentation théorique de la problématique étudiée, au travers des chapitres 1 à 3. Ainsi, le chapitre 1 posera un cadre général quant aux bases théoriques de l'étude de l'attention visuo-spatiale, et abordera plus spécialement la question de l'attention sélective envers les émotions. Nous passerons en revue les modèles de l'attention émotionnelle, en nous attardant tout particulièrement sur les fonctions attentionnelles et les zones cérébrales impliquées dans la perception d'expressions faciales émotionnelles. Après la présentation de modèles du décodage émotionnel chez le sujet sain, nous aborderons la question des apports des techniques électrophysiologiques à ce domaine et la notion de biais attentionnel envers les expressions faciales. Le chapitre 2 traitera de la question des corrélats cérébraux et cognitifs de l'anxiété. Différentes recherches ont démontré que l'anxiété s'associe à divers changements à la fois fonctionnels et structurels, et les modèles cognitifs de l'anxiété seront présentés, de même que les modèles explicatifs des biais attentionnels envers les émotions dans les troubles anxieux. Nous verrons pourquoi les définitions mêmes de l'anxiété la caractérisent comme particulièrement sensible aux biais attentionnels envers les expressions faciales. Le chapitre 3 se centrera quant à lui sur le thème précis des effets de l'anxiété sur la perception des expressions faciales émotionnelles. La présentation de données issues de recherches comportementales sera suivie de modélisations cognitives et

neuroanatomiques. Enfin, nous concluons cette section théorique en insistant sur les apports de la technique des potentiels évoqués à la compréhension des biais envers les expressions faciales dans les troubles anxieux.

La contribution empirique de ce travail avait pour objectif de préciser l'origine et la nature du biais de perception envers les expressions faciales émotionnelles dans l'anxiété. Plus précisément, nous avons utilisé la technique des potentiels évoqués, dont la haute précision temporelle semblait parfaitement indiquée pour cibler les étapes du décours du traitement de l'information émotionnelle affectées par l'anxiété. Notre ambition visait non seulement à indexer l'origine exacte d'éventuels biais émotionnels, origine jusque là méconnue, mais également à étayer les modèles cognitifs élaborés et établir une jonction entre les nombreuses observations comportementales et neuroanatomiques. Dans ce contexte, nos études répondaient à une préoccupation actuelle, à savoir l'objectivation cognitive et neurophysiologique d'observations comportementales. Cette contribution empirique sera décrite au travers des chapitres 4 à 9. Ceux-ci, présentant chacun une recherche expérimentale, fourniront des éléments de réponse à quatre questions de recherche :

En premier lieu, **quels sont les corrélats électrophysiologiques d'éventuels biais attentionnels envers les expressions faciales émotionnelles dans l'anxiété ?** En effet, le biais de traitement observé dans les études comportementales a été qualifié d'attentionnel, alors même que son origine exacte demeurait méconnue. Ce biais pouvait donc trouver son origine dans des processus perceptifs guidant l'attention, ou encore dans des

influences motivationnelles et stratégiques. Dans la mesure où les études neuroanatomiques et électrophysiologiques établissent l'origine très précoce des biais de perception envers la menace dans les populations contrôles, nous visons à établir une analogie entre ces mécanismes et ceux à l'œuvre dans les troubles anxieux. En parallèle, nous avons investigué les différences existant entre anxiété générale et sociale, dans le but d'approcher le rôle des expressions faciales dans ces deux troubles. La littérature a démontré un biais comportemental relativement comparable dans ces deux populations. Cependant, les modèles cognitifs construits autour de ces concepts mettent en évidence des mécanismes motivationnels fondamentalement différents. Dans la mesure où des phénomènes comportementaux identiques peuvent être indexés par des mécanismes neuraux fondamentalement distincts, l'étude des différences entre anxiété sociale et générale paraissait nécessaire à l'étayage de modèles de traitements de l'information émotionnelle dans ces deux désordres.

Pour la même raison, **notre deuxième question aborde les soubassements temporels des biais attentionnels envers différentes émotions**, via l'interrogation suivante : existe-t-il des émotions particulièrement sujettes à l'apparition d'un biais attentionnel ? La littérature a principalement investigué les biais attentionnels à l'œuvre autour de la perception de la colère et de la peur. En effet, l'anxiété étant caractérisée par une peur flottante, on peut présumer que la perception de cette émotion sur un visage sera particulièrement perturbante. Cependant, la colère, indiquant une menace interpersonnelle directe, et le dégoût, qui implique un jugement négatif, peuvent également induire de tels biais. Cependant, l'étayage neural

de ces biais peut différer, et on pourrait imaginer un biais perceptif envers le dégoût et un biais stratégique d'évitement de la colère, par exemple. Notre seconde question vise donc à juger de l'étendue des modulations de la perception émotionnelle dans l'anxiété, par l'intégration de diverses émotions négativement valencées.

Ainsi que nous l'avons précisé, les mécanismes impliqués dans la génération des biais de traitement des expressions faciales demeurent largement méconnus. Les notions d'engagement et de désengagement attentionnels ont été opposées, sans qu'un consensus ait pu être établi quant aux mécanismes prioritairement impliqués dans la génération de biais envers la menace. L'électrophysiologie peut toutefois prétendre éclairer ces notions en démontrant le niveau de survenue d'altérations potentielles. **Notre troisième question vise donc les mécanismes impliqués dans la génération des biais émotionnels dans l'anxiété.** Cette question implique plus globalement le niveau de survenue du biais sur un plan temporel. Affecte-t-il les étapes d'orientation de l'attention en modulant la perception des stimuli ? En ce sens, précède-t-il la phase d'allocation consciente et stratégique des ressources attentionnelles ? Comment les individus anxieux sont-ils à même de désengager leur attention d'un stimulus pertinent à leurs yeux pour accomplir une tâche donnée ? Les réponses à ces questions passent par l'adaptation de tâches utilisées dans le domaine de la psychologie cognitive pour étudier le déploiement de l'attention spatiale. La mise en relation des données comportementales et neurophysiologiques pourrait en outre

permettre de cibler les niveaux de survenue du biais attentionnel et son expression comportementale classique.

A la suite de ce plan de travail visant à définir le niveau de survenue et l'étendue du biais envers les émotions dans l'anxiété sociale et générale, notre quatrième et dernière question avait pour objectif d'étudier **comment une comorbidité dépressive peut moduler les étapes du traitement émotionnel dans l'anxiété générale**. En effet, si l'anxiété a été associée à des biais attentionnels envers les émotions perçues, la dépression serait également sensible à de tels biais. Dans ce dernier cas cependant, les biais seraient conscients, stratégiques, et élaboratifs. En conséquence, ils devraient affecter des étapes plus tardives du traitement de l'information. Ce thème répond également à une préoccupation clinique, étant donné la haute comorbidité entre anxiété et dépression dans la population générale. Il est donc important de comprendre comment la perception émotionnelle peut s'en trouver affectée, dans une optique de perfectionnement des modèles cognitifs existant et d'optimisation des prises en charge clinique.

Enfin, cet exposé se conclura sur le chapitre 10, consacré à une synthèse des réponses aux questions posées dans une optique globalisante et à une discussion générale des résultats obtenus dans les six études menées. Leurs principaux apports, théoriques et pratiques, seront mis en lumière, de même que leurs limitations, et nous terminerons par des perspectives de recherches futures, nombreuses dans ce champ en développement.

Chapitre 1 :

Attention et émotions

'The secret of a good memory is attention, and attention to a subject depends upon our interest in it. We rarely forget that which has made a deep impression on our minds'.

Tryon Edwards

« Fais attention » est une expression des plus courantes et qui semble à la fois recouvrir un vaste ensemble de processus tout en relevant d'une capacité des plus basiques. Dès leur plus jeune âge, les enfants apprennent à faire attention, dans le sens de se méfier des dangers les plus communs, de prendre soin de leurs affaires, de contrôler leur comportement... « Attention à la voiture ! Fais attention à ton cartable ! Attention à ta sœur ! ». Chacune de ces formules implique bien le phénomène qui va nous occuper durant cet exposé, à savoir la faculté de sélectionner une information pertinente parmi le flux de stimulations qui nous parvient, et de lui allouer un intérêt accru et privilégié en inhibant l'attention pour tout autre stimulus de l'environnement. Cette capacité, découlant de l'impossibilité de traiter simultanément toutes les informations qui nous arrivent, évite la surcharge cognitive tout en améliorant les performances. Cependant, derrière cette simplicité apparente, l'attention n'est pas un processus unique mais se subdivise en de multiples composants, requérant l'intervention d'un large réseau neural. Nous préférons donc parler de processus attentionnels, et dans le cas des exemples présentés ci-dessus, d'attention sélective.

Le champ de recherche sur les processus attentionnels est d'autant plus large que les auteurs ont rapidement mis en évidence l'existence de différents

mécanismes sous-jacents. Les modèles ont ainsi pu distinguer l'attention sélective sensorielle, l'attention soutenue, la capacité de focalisation, et la sélection et le contrôle de la réponse (Gunstad, Cohen, Paul & Gordon, 2006). Dans ce cadre, les études de Michael Posner le situent comme un pionnier de l'étude de l'attention visuelle sélective (Posner, 2003; Posner & Petersen, 1990; Posner & Rothbart, 2007). Ses recherches sur les processus attentionnels ont essentiellement visé une meilleure définition de leurs composants, de leurs soubassements cérébraux, et de leur rôle en interaction avec les autres fonctions cognitives majeures comme la mémoire ou les fonctions exécutives.

Nous nous concentrerons pour la suite de cet exposé sur l'attention visuo-spatiale, et plus particulièrement sur les interactions entre attention et émotions au travers de la perception des visages émotionnels.

1. L'attention visuo-spatiale

Lorsque nous percevons une scène visuelle, la limitation des capacités de notre système perceptif engendre une compétition entre les différents objets qui la composent et qui devront pour certains seulement faire l'objet d'un traitement ultérieur. Ce choix implique le système d'attention sélective, qui concerne donc la prise en compte et la sélection des informations pertinentes dans l'environnement visuel, en vue de leur traitement sélectif et approfondi au détriment des autres stimulations disponibles.

De par cette définition, les effets de l'attention visuo-spatiale sont étudiables en relation avec la perception visuelle et le contrôle spatial.

Inversement, la perception visuelle est influencée à la fois par les aspects sensoriels des stimulations (processus bottom-up) et par l'attention sélective (modulation de type top-down) (Pessoa, Kastner & Ungerleider, 2002a).

Comme représenté par la Figure 1, ces deux types d'influence s'exercent sur la sélection des informations visuelles qui seront traitées ultérieurement. Premièrement, des mécanismes ascendants, bottom-up, liés aux propriétés sensorielles des stimuli. Ainsi, d'un point de vue strictement visuel, les stimuli colorés ou contrastés auront plus de chance de capter l'attention. Deuxièmement, des mécanismes descendants, top-down, modulé par le feed-back attentionnel. Par exemple, il sera plus aisé de traiter des objets apparaissant dans une portion de l'espace où l'attention est déjà dirigée, comme le suggèrent les études sur l'orientation attentionnelle (Bradley, 2009).

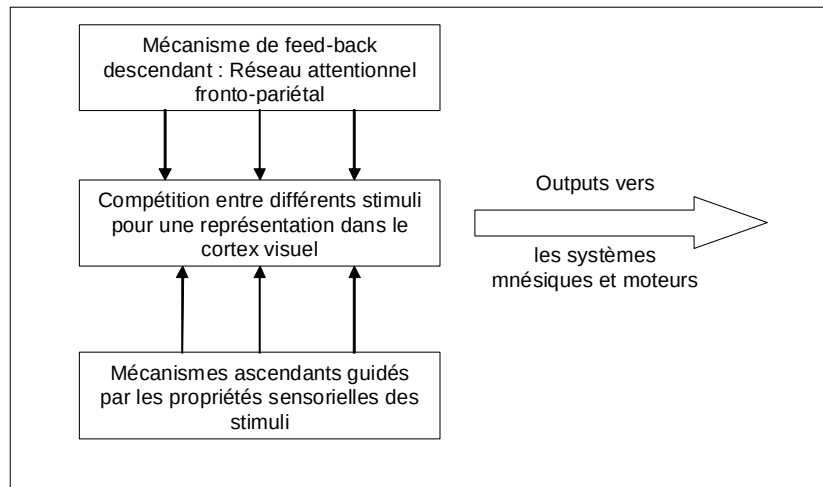


Figure 1 : Modèle de sélection des informations visuelles et d'influence des mécanismes ascendants et descendants (adapté de Pessoa et al., 2002a)

Le contrôle de l'attention spatiale est accompli par un réseau complexe de structures neurales distribuées, incluant les cortex préfrontal-dorsolatéral,

cingulaire et pariétal postérieur, le thalamus et les structures mésencéphales (Hopf & Mangun, 2000). Cependant, l'attention visuo-spatiale ne constitue pas un processus unitaire, mais implique au contraire plusieurs mécanismes en interaction. Ceux-ci ont été modélisés et semblent gérés par différentes structures neurales. Nous nous proposons de définir plus précisément ces mécanismes dans le point suivant.

1.1. Les composants de l'attention visuo-spatiale : alerte, orientation et attention exécutive.

Les travaux de Posner et son équipe ont très largement exploré les facultés d'attention visuo-spatiale au moyen de différentes tâches mises au point à cet effet, et ont abouti à la distinction de trois processus (Harman, Posner, Rothbart & Thomas-Thrapp, 1994; Posner & Petersen, 1990; Posner & Rothbart, 2007; Posner, Snyder & Davidson, 1980; Smothergill & Kraut, 1989).

Premièrement, l'alerte se définit comme la mise au point et le maintien d'un état de sensibilité élevée aux stimuli entrants. L'étude des phénomènes d'alerte a utilisé des paradigmes dans lesquels des signaux avertisseurs sont fournis aux sujets avant la présentation des cibles. L'état de préparation, de réceptivité et de réactivité des sujets, se voit optimisé par cette information quant à l'apparition imminente du stimulus à traiter, et permet une modulation de type top-down de l'activité neurale dans les aires visuelles extrastriées (Thiel, Zilles & Fink, 2004). Le système d'alerte impliquerait le

thalamus ainsi que les cortex frontal et pariétal (Fan, McCandliss, Fossella, Flombaum & Posner, 2005 ; Posner & Rothbart, 2007).

Deuxièmement, l'orientation attentionnelle correspond à la sélection de l'information en provenance des systèmes sensoriels. Sa mise en œuvre a été rattachée aux aires cérébrales postérieures, incluant le lobe pariétal supérieur et la jonction temporo-pariétale (Posner, 2003; Posner & Rothbart, 2007), avec une implication notable du cortex cingulaire antérieur (Thiel et al., 2004). Dans un premier temps, les auteurs ont postulé une indépendance fonctionnelle des processus d'alerte et d'orientation attentionnelle, ceux-ci étant sous-tendus par des aires cérébrales et des neuromédiateurs distincts (Fan et al., 2005). Cependant, l'orientation attentionnelle peut se voir modulée par l'alerte. En effet, il a été démontré qu'une alerte n'accélère pas l'orientation attentionnelle, mais en améliore l'efficacité (Fuentes & Campoy, 2008).

Enfin, l'attention exécutive implique les processus de gestion et de résolution de conflits entre les pensées, les émotions et les réponses. Ce processus, notamment étudié au travers de tâches de type Stroop, active les aires frontales moyennes (et notamment le cortex cingulaire antérieur, Fan et al., 2005) et préfrontales latérales (Posner & Rothbart, 2007).

Ces trois processus ont initialement été définis comme des systèmes associés à des localisations discrètes. L'orientation a ainsi été localisée dans le lobe pariétal, les colliculi supérieurs et le pulvinar, l'alerte dans les régions préfrontales latérales droites, et l'attention exécutive dans le cingulaire antérieur. Par la suite toutefois, ces processus ont été décrits comme relevant de réseaux distribués (Fan et al., 2005; Shallice, Stuss, Alexander, Picton &

Derkzen, 2008). Le premier réseau, dit postérieur, implique des portions du cortex pariétal, le pulvinar et certaines parties du colliculus supérieur, et intervient dans l'orientation attentionnelle. Le réseau antérieur est quant à lui impliqué dans les tâches requérant la détection d'événements, et implique le cortex préfrontal médian, y compris le gyrus cingulaire antérieur et l'aire motrice complémentaire. Ce réseau est de plus responsable de la régulation du réseau postérieur et du contrôle de l'attention envers les informations sémantiques (pour une revue, voir Avila & Parcet, 2002). Le réseau antérieur serait notamment activé dans les tâches mettant en échec les processus automatiques et les situations jugées dangereuses, et exercerait un contrôle exécutif dans la détection de conflits lors du traitement de l'information.

L'attention sélective implique en première ligne l'orientation des ressources attentionnelles vers l'objet du traitement. C'est donc sur ce mécanisme, et sur son rôle à l'intérieur des réseaux attentionnels neuraux, que se focalisera la suite de cet exposé.

1.2. L'orientation visuo-spatiale de l'attention

L'orientation attentionnelle implique l'engagement de l'attention vers la source des stimuli sensoriels. Ce processus a été largement étudié à l'aide des paradigmes de détection de cibles, dits *dot-probe*, originellement développés par l'équipe de Posner dans le but d'étudier les effets de l'attention spatiale (voir par exemple Posner & Petersen, 1990; Posner et al., 1980). Cette tâche demande aux participants de détecter des cibles apparaissant à gauche ou à droite d'un écran et précédées d'un indice indiquant leur localisation de

manière correcte (condition valide), erronée (condition invalide) ou non fiable (condition neutre, parfois remplacée par une condition non indicée).

Nous pouvons illustrer ce paradigme par l'exemple suivant : deux carrés sont présentés sur un écran et séparés par une croix de fixation. Dans un second temps, l'un des deux carrés se voit illuminé. C'est l'indice indiquant que la cible apparaîtra dans ce carré (avec une probabilité variable selon les études, mais toujours supérieure à 50%). Enfin, un stimulus apparaît à l'intérieur du carré, et le sujet doit y répondre.

Le postulat de base concerne l'orientation exogène de l'attention : le sujet répondra plus rapidement à l'apparition d'une cible si son attention est dirigée vers ce cadran de l'écran préalablement à sa survenue. L'orientation attentionnelle peut donc se voir modulée par les indices présentés avant les cibles à détecter, ce qui mène à parler de modulation exogène de l'attention. À côté de ce premier mécanisme automatique, réflexe, une modulation endogène de l'attention est également possible et est notamment mise en jeu dans les conditions de présentation neutres ou non indicées (dans lesquelles le sujet porte délibérément et sans contrainte son attention sur une portion de son champ visuel). Une telle dissociation entre modulation exogène et endogène rappelle la différenciation entre processus automatiques et contrôlés, introduite par Schneider et Shiffrin (1977).

D'autre part, ce paradigme a permis la définition des composants d'engagement et de désengagement attentionnels. Ces composants ont été décrits parmi d'autres dans le modèle développé par Posner et Raichle (1994) pour schématiser le déroulement des opérations mentales impliquées dans leur

tâche (voir Figure 2). Globalement, « l'indice capte et interrompt l'attention du sujet ('alerte' et 'interruption') qui, après avoir localisé la cible ('localisation'), désengage son attention de l'emplacement précédant ('désengagement') pour l'amener ('mouvement') vers le nouvel emplacement. L'attention s'engage alors sur ce nouvel emplacement ('engagement') et l'ancien emplacement est inhibé ('inhibition') » (Crottaz-Herbette, 2001, p11, inspiré de Posner & Raichle, 1994).

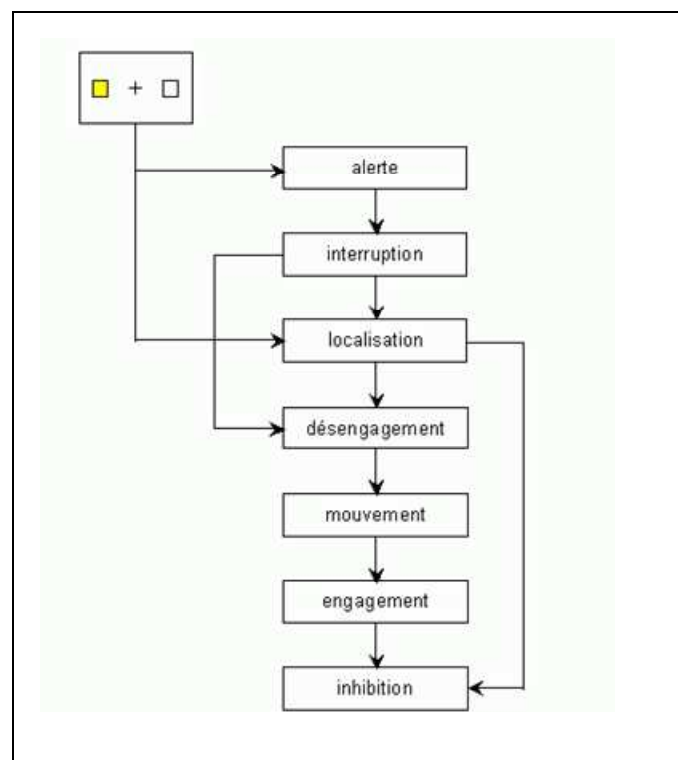


Figure 2 : Modèle des opérations cognitives sous-tendant la réalisation de la tâche d'orientation de l'attention, selon Posner et Raichle (1994)
(figure issue de Crottaz-Herbette, 2001).

Posner (2003) pose l'hypothèse d'un rôle majeur du lobe pariétal supérieur lors du déplacement volontaire de l'attention en fonction d'un indice précédant une cible. En relation avec le modèle présenté ci-dessus, le lobe

pariétal serait donc responsable du désengagement de l'attention de son focus, le colliculus supérieur de son déplacement vers la location indiquée, et le pulvinar de l'engagement attentionnel vers cette nouvelle location (Avila & Parcet, 2002). L'orientation de l'attention semble en outre indexée par des activations des champs visuels frontaux (Fan et al., 2005) et par une modulation du traitement visuel dans les aires visuelles extrastriées (Pourtois, Grandjean, Sander & Vuilleumier, 2004). Notons cependant que les études menées sur le thème de l'attention visuo-spatiale ont démontré que l'orientation de l'attention peut avoir lieu avec ou sans mouvement du regard en direction de l'emplacement vers lequel l'attention se porte. On peut donc distinguer l'orientation « *overt* » lorsque des mouvements oculaires accompagnent le déplacement de l'attention, ou « *covert* », sans mouvement oculaire (Bonifacci, Ricciardelli, Lugli & Pellicano, 2008; Posner & Rothbart, 2007).

En résumé, **l'attention visuo-spatiale est sous-tendue par différents mécanismes aux soubassements corticaux et aux propriétés spécifiques.** Des tâches ont été conçues pour tester les composants particuliers du système d'attention visuo-spatiale, et permettent d'étudier l'engagement attentionnel envers des stimuli neutres. Cependant, nous avons souligné que **la sélection de stimuli reposait sur leur propriété d'activation et sur le système motivationnel de l'individu.**

Dans ce contexte, nous pouvons gager que les stimuli émotionnels bénéficieront d'un avantage attentionnel comparés aux stimuli neutres. Nous proposons donc d'aborder la question des interactions entre attention et

émotions, et de voir comment ces modèles ont pu être transposés de la psychologie expérimentale aux neurosciences affectives.

2. Attention et émotions : les enjeux

Ces dernières années, un nombre croissant d'études a étudié l'influence des émotions sur la modulation des processus attentionnels. Si nous définissons l'attention comme un processus dirigé vers un but, qui permet de se focaliser sur certains stimuli pertinents tout en éliminant de la conscience les distracteurs éventuels, on peut se demander ce qui détermine l'évaluation des stimuli comme étant ou non pertinents. La charge émotionnelle serait un des principaux indicateurs de cette pertinence, en influençant les buts poursuivis et finalement en modulant la direction de l'attention (Taylor & Fragopanagos, 2005).

Le phénomène d'attention émotionnelle, tel que défini par Vuilleumier (2005), se base sur les observations comportementales, physiologiques et neuroanatomiques démontrant une attention accrue aux stimuli émotionnels plutôt que neutres. Ces effets surviennent généralement durant les étapes perceptives du traitement de l'information, de manière automatique et inconsciente (Taylor & Fragopanagos, 2005), et se manifestent par des interférences, des biais, apparaissant dans diverses tâches. En outre, les auteurs s'accordent à dire que les stimuli de valence négative, et particulièrement les stimuli menaçants, font l'objet d'un traitement tout particulier, ce qui a donné naissance au concept de **biais attentionnel envers la menace**.

De nombreux travaux ont démontré que les stimuli négatifs sont traités préférentiellement à leurs correspondants positifs (Carretié, Albert, Lopez-Martin & Tapia, 2009; Ito, Larsen, Smith & Cacioppo, 1998). Ce biais négatif est adaptatif puisqu'il permet un traitement plus rapide des situations potentiellement menaçantes. Cependant, quand l'attention est attirée par des stimuli modérément menaçants, ce phénomène peut engendrer une détérioration des performances attentionnelles. Notamment, les biais attentionnels dans le traitement de l'information perçue comme menaçante joueraient un rôle fondamental dans le développement et le maintien des troubles anxieux (Eysenck, 1997; Mathews & Mackintosh, 1998; Mogg & Bradley, 1998; Williams, Watts, MacLeod & Mathews, 1997). Cette notion, fondamentale dans le cadre de ce travail, sera détaillée dans le chapitre 2.

L'adaptation du paradigme d'orientation de l'attention de Posner a permis de larges investigations des biais émotionnels (voir Frewen, Dozois, Joanisse & Neufeld, 2008, pour une revue et une modélisation). Des variantes du paradigme original décrit précédemment ont été exploitées dans des études utilisant des stimuli neutres et émotionnels en tant qu'indices, afin d'examiner l'influence des émotions sur l'orientation de l'attention spatiale. En d'autres termes, l'objectif de ces études était de vérifier si les stimuli menaçants attiraient l'attention, par exemple en modulant l'engagement de l'attention *covert*, en maintenant l'attention ou en affectant les capacités de désengagement. L'hypothèse de base énonçait qu'un individu serait plus rapide à détecter une cible apparaissant à l'endroit où son attention est fixée, puisque aucun déplacement du point de fixation attentionnel n'est requis dans ce cas,

et que les temps de réaction constitueraient un indice quant à la fixation initiale de l'attention, sur le stimulus neutre ou émotionnel (Bradley, Mogg & Millar, 2000). Globalement, il s'avère effectivement que l'orientation vers la localisation d'un stimulus menaçant est facilitée, même quand celui-ci est masqué, ce qui implique une attention sélective à son envers (Carlson & Reinke, 2008; Fox, 2002; Mogg & Bradley, 1999a).

Cependant, la question de savoir si cet effet résulte de difficultés de désengagement envers la localisation de l'indice ou d'un engagement facilité envers la cible a été débattue sans qu'un consensus ait pu être établi (Fox, Russo & Dutton, 2002; Mogg & Bradley, 1999a; Mogg, Holmes, Garner & Bradley, 2008). Il a toutefois été suggéré que l'attention spatiale envers la menace est davantage caractérisée par des difficultés de désengagement (Broomfield & Turpin, 2005; Fox, Russo, Bowles & Dutton, 2001; Yiend & Mathews, 2001). La Figure 3 représente les effets modulateurs d'une vigilance accrue ou d'un désengagement complexifié de stimuli menaçants (ici des visages émotionnels) dans une tâche d'orientation de l'attention.

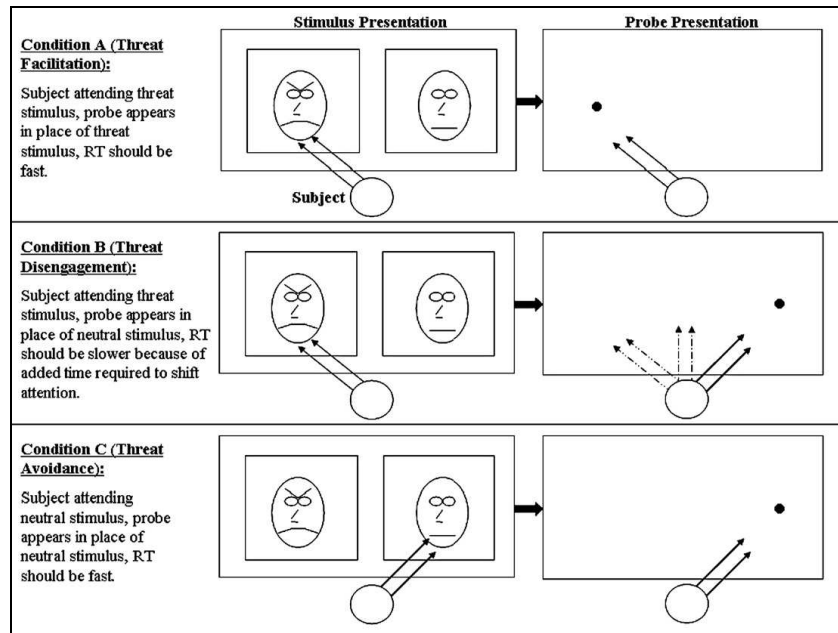


Figure 3 : Illustration des effets d'engagement et de désengagement dans la tâche dot-probe (figure issue de Frewen et al., 2008)

D'autre part, le postulat d'une vigilance envers les stimuli menaçants dans les populations contrôles a été contrasté avec celui d'un évitement de ceux-ci. Les modèles classiques (Mathews & Mackintosh, 2000; Mogg & Bradley, 1998; Mogg, McNamara, Powys, Rawlinson, Seiffer & Bradley, 2000a) proposent que les individus dirigent leur attention *loin* des stimuli de valeur menaçante faible, et *vers* les stimuli de valeur menaçante élevée ; ce qui implique un shift attentionnel à partir d'un certain seuil de menace subjectivement ressentie¹. Cependant, il a été postulé que le système attentionnel pourrait inhiber les réponses aux stimuli de valeur menaçante

¹ Ces modèles mettent en outre l'accent sur le rôle de l'anxiété-trait dans ces mécanismes d'orientation de l'attention. Ce point sera abordé dans le chapitre suivant (section 4).

moyenne, dans le but adaptatif d'éviter l'interruption inopportune des activités en cours (Mackintosh & Mathews, 2003). Un troisième mécanisme, dit d'évitement de la menace, pourrait donc être en jeu dans les tâches d'orientation de l'attention (voir Figure 3, condition C). L'évaluation subjective opérée par le sujet s'avère par conséquent cruciale dans le déploiement des ressources attentionnelles.

L'incertitude quant aux mécanismes responsables des biais attentionnels dans la tâche *dot-probe* a conduit les auteurs à suggérer de **coupler celle-ci à un enregistrement des potentiels évoqués** (Holmes, Bradley, Nielsen & Mogg, 2009; Perchet & Garcia-Larrea, 2000, 2005; Perchet, Revol, Fournieret, Mauguière & Garcia-Larrea, 2001; Pollack & Toley-Shell, 2003; Pourtois et al., 2004; Wright, Geffen & Geffen, 1995) ou à l'application de techniques d'imagerie (Pourtois, Schwartz, Seghier, Lazeyras & Vuilleumier, 2006; Pourtois, Thut, Grave de Peralta, Michel & Vuilleumier, 2005; Pourtois & Vuilleumier, 2006b; Williams, Palmer, Liddell, Song & Gordon, 2006), afin d'appréhender les corrélats neurophysiologiques et neuroanatomiques de ces processus attentionnels. Ces études rapportent typiquement des effets très précoces de l'attention spatiale (survenant moins de 200ms après la présentation de la cible), se manifestant notamment par un accroissement des amplitudes de potentiels évoqués exogènes pour le traitement des stimuli situés dans des portions du champ visuel où l'attention est déjà portée. Ainsi, Pourtois et al. (2004; 2005) démontrent que lorsque des sujets doivent déterminer l'orientation d'une barre succédant à des paires de visages neutres et émotionnels, un effet de validité est observable, dans le sens d'un

accroissement de la réponse dès 100ms après la présentation de la cible lorsque celle-ci remplaçait un visage exprimant la peur. Ces résultats, identiques pour des expressions de colère (Santesso, Meuret, Hofmann, Mueller, Ratner, Roesch & Pizzagalli, 2008), suggèrent une modulation exogène de l'orientation attentionnelle par la charge émotionnelle des stimuli.

En utilisant un paradigme oddball passif², dans lequel des stimulations rares sont délivrées aléatoirement sans que les sujets n'aient pour consigne d'y prêter une attention particulière, Carretié, Hinojosa, Martín-Loeches, Mercado et Tapia (2004a) observent que l'attention automatique est initialement (aux alentours de 105ms après la présentation du stimulus) orientée vers les stimuli négatifs, avant d'être dans un second temps (180ms) attirée par les stimuli négatifs comme positifs. Enfin, l'attention sera capturée à la fois par les stimuli positifs et non émotionnels dans un dernier temps, autour de 240ms après la présentation du stimulus. Ces données vont dans le sens d'un enjeu différentiel de l'interaction entre émotion et attention selon leur valence, positive, négative ou neutre. Elles confirment également la modulation inconsciente de l'attention par la valence émotionnelle.

² Ce paradigme sera envisagé de façon plus détaillée dans le point 3.3.1.

Il a cependant été argué que l'allocation de l'attention spatiale pourrait dépendre davantage de l'intensité³ des stimuli, de leur force d'activation, plutôt que de leur valence (Vogt, De Houwer, Koster, Van Damme & Crombez, 2008). En effet, le désengagement de l'attention est simplifié pour des images émotionnelles d'intensité faible (exemple d'image négative : scène de pauvreté ; positive : scène familiale) par rapport à celles d'intensité plus élevée (négative : scène évoquant un sentiment de dégoût ; positive : scène érotique).

Cette idée d'une sensibilité particulière des mécanismes d'attention sélective pour le potentiel d'activation des images présentées a été confortée par des données électrophysiologiques (Flaisch, Stockburger & Schupp, 2008; Junghofer, Bradley, Elbert & Lang, 2001; Rozenkrants & Polich, 2008; Schupp, Junghofer, Weike & Hamm, 2003). Finalement, les propriétés de valence et d'intensité du stimulus pourraient moduler des processus attentionnels distincts. Il a ainsi été avancé que la valence du stimulus influence l'attention sélective, alors que l'*arousal*, associé aux qualités motivationnelles du stimulus, module les ressources attentionnelles soutenues

³ Nous avons choisi d'employer le terme français « intensité » bien que nous soyons conscients de l'appauvrissement du concept lié à la traduction relativement insatisfaisante du terme anglais « arousal », qui désigne bien le potentiel excitateur d'une émotion. Nous parlerons donc également de « potentiel d'activation ». Nous reviendrons sur cette différenciation entre valence et activation dans le point 3.2., en présentant le modèle bidimensionnel de Russel et ses collaborateurs (Figure 6, page 39).

contribuant à l'encodage mnésique (Olofsson, Nordin, Sequeira & Polich, 2008).

Comme le résume Vuilleumier (2005), les études ont suggéré que, lorsque les capacités de déploiement des ressources attentionnelles sont limitées dans l'espace ou dans le temps, l'information émotionnelle est favorisée et reçoit une attention accrue. Les modulations des aires sensorielles traduisent le pouvoir d'attraction de ces stimuli mais également l'influence de niveaux de traitement plus élevés, en provenance des aires frontales et pariétales associées au traitement attentionnel. Un argument de plus en faveur de l'étroite interaction entre attention et émotion...

Bien que présents pour de nombreux signaux émotionnels (mots, scènes complexes ou objets phobogènes), ces biais émotionnels sont plus marqués pour les stimuli biologiquement conditionnés, comme les visages émotionnels. Cependant, si l'attention est irrésistiblement attirée par les stimuli négatifs lors des interactions sociales, les visages évalués comme négatifs recevront un traitement favorisé, mais la surévaluation de cette valence négative peut secondairement affecter les rapports sociaux. Un tableau qui évoque ce qui sera décrit dans l'anxiété sociale.

Nous allons donc à présent aborder la question du traitement des expressions faciales émotionnelles (EFE), en commençant par un bref rappel des processus à l'œuvre lors de l'identification d'un visage. Nous passerons ensuite en revue les structures cérébrales à l'œuvre dans le traitement des émotions, avant d'aborder plus précisément la question des biais émotionnels apparaissant lors du traitement des EFE.

3. Processus attentionnels et traitement des EFE

Les visages constituent probablement les stimuli les plus saillants dans le champ des interactions sociales. En ce sens, il n'est guère surprenant que ces stimuli aient fait l'objet d'un grand nombre d'études visant à comprendre les processus régissant leur sélection et leur traitement, et à mettre en évidence les corrélats neuroanatomiques et neurophysiologiques de ceux-ci.

Globalement, il apparaît que les visages captent l'attention, préférentiellement à d'autres catégories de stimuli, et attirent les ressources attentionnelles vers leur localisation⁴ (Bindemann, Burton, Langton, Schweinberger & Doherty, 2007; Langton, Law, Burton & Schweinberger, 2008; Vuilleumier, 2000). Face à un visage, deux types d'informations complémentaires doivent être extraits et traités. Premièrement, les visages doivent être identifiés comme appartenant à un individu unique, sans tenir compte de changements induits par l'angle visuel de présentation ou l'expression émotionnelle (Krolak-Salmon, Henaff, Bertrand, Mauguière & Vighetto, 2006a). Deuxièmement, l'expression émotionnelle doit être interprétée dans le contexte de l'interaction.

La rapidité et l'aisance caractérisant la mise en œuvre de ces deux processus suggèrent l'existence de systèmes indépendants hautement

⁴ La question de savoir s'il existe un réel effet d'extraction (de haut niveau) des visages ou si cet effet est dû à des caractéristiques de bas niveau demeure cependant sujette à polémique. Un exemple de ces controverses est illustré dans l'échange entre VanRullen, 2006 et Hershler & Hochstein, 2006 autour d'un article de ces auteurs affirmant l'existence d'un effet d'extraction de type *pop-out* pour les visages (Hershler & Hochstein, 2005).

spécialisés dans ces fonctions. Les données issues de la neuropsychologie et de l'étude de patients cérébrolésés ont conforté cette hypothèse. Ainsi, des altérations spécifiques de l'un ou l'autre de ces systèmes peuvent donner lieu à de doubles dissociations, entre des patients incapables de discriminer les émotions exprimées par des visages correctement identifiés, et d'autres, dits prosopagnosiques, capables de reconnaître les expressions émotionnelles de visages qu'ils ne peuvent identifier (pour une revue, voir Vuilleumier & Pourtois, 2007).

Le modèle de reconnaissances des visages le plus classiquement décrit a été développé par Bruce et Young (1986) sur base d'une étude utilisant des visages familiers et non familiers. Ce modèle, représenté par la Figure 4, suggère que différents types d'informations peuvent être dérivés des visages perçus, notamment des informations picturales (propres au stimulus présenté), structurelles (liées à la structure du visage), sémantiques (âge, sexe), identitaires, ou émotionnelles. L'analyse du visage surviendrait après une première étape perceptive donnant lieu à l'identification du genre, de l'âge et de l'expression faciale émotionnelle du visage.

Entre autres postulats, ce modèle pose l'hypothèse d'un traitement indépendant et sériel entre l'information identitaire et émotionnelle, et d'une différenciation entre les processus impliqués dans le traitement des visages familiers et non familiers. Le traitement des visages familiers serait plus rapide et plus automatisé que le traitement des visages non-familiers, et le jugement de familiarité n'influencerait pas celui de l'expression faciale.

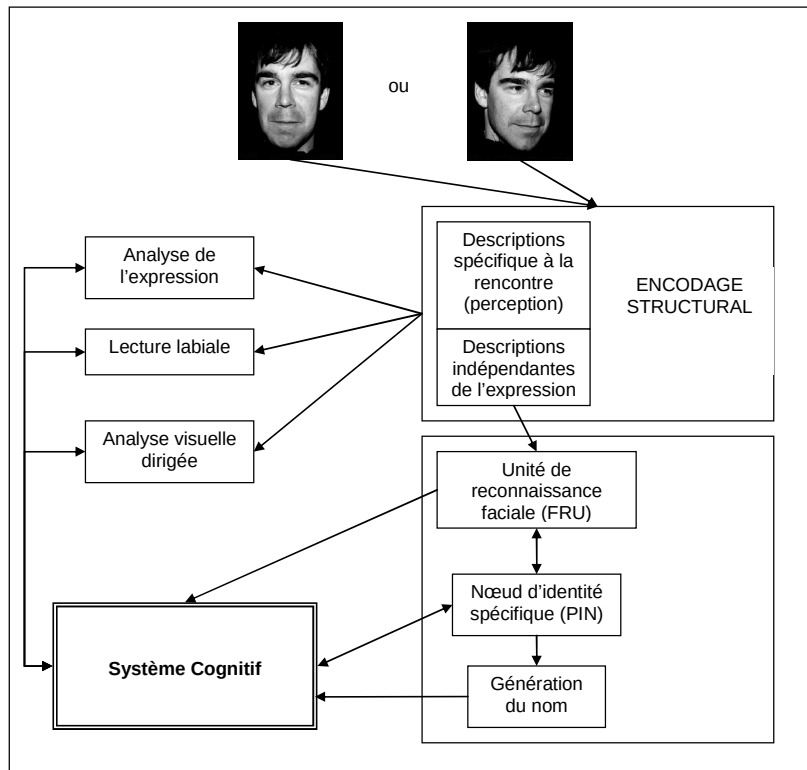


Figure 4 : Modèle de Bruce & Young (1986)

D'autres modèles ont également souligné la relative indépendance entre l'évaluation de l'identité et celui de l'expression faciale, comme par exemple le modèle anatomique développé par Haxby et ses collaborateurs en 2000 (voir Figure 5 p.34, Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000; Krolak-Salmon et al., 2006a). Cependant, l'indépendance de traitement n'exclut pas la possibilité d'une influence réciproque entre perception de l'identité et des EFE. En effet, les signaux émotionnels émis par une personne inconnue peuvent influencer sur la façon dont elle sera approchée et remémorée. Et réciproquement, la familiarité peut influencer la manière dont les expressions faciales seront perçues et interprétées (pour une revue, voir Vuilleumier & Pourtois, 2007).

En résumé, le modèle de Bruce et Young, bien que classique, a été soumis à des raffinements successifs depuis son élaboration, mais fait encore l'objet de

controverses (voir par exemple Posamentier & Abdi, 2003), que nous n'évoquerons pas dans la suite de cet exposé.

3.1. Corrélatés cérébraux du traitement des visages

Les études neuropsychologiques ont permis de démontrer la participation d'un réseau distribué dans la reconnaissance des visages. En effet, l'altération d'aires cérébrales distinctes, localisées essentiellement dans l'hémisphère droit, conduit à des perturbations particulières chez des patients cérébrolésés. Par la suite, les aires cérébrales impliquées dans la perception des visages ont pu être définies avec une précision croissante grâce aux techniques d'imagerie. Un réseau neuronal occipito-temporal distribué, impliquant le gyrus fusiforme, le gyrus para-hippocampique, le cortex temporal externe et les pôles temporaux, a été proposé comme spécialisé dans la reconnaissance des objets visuels et plus particulièrement des visages.

Cependant, l'attention s'est rapidement tournée vers une structure clé située dans la région occipito-temporale ventrale : le gyrus fusiforme (Haxby, Grady, Horwitz, Ungerleider, Mishkin, Carson, Herscovitch, Schapiro & Rapoport, 1991), dénommé par la suite FFA pour *Fusiform Face Area* (Kanwisher & Yovel, 2006). Cette aire semble en effet s'activer davantage pour les visages que pour tout autre objet, avec un effet modulateur de l'attention (Vuilleumier, Armony, Driver & Dolan, 2001). Cette spécificité est toutefois remise en question actuellement (Krolak-Salmon et al., 2006a; Posamentier & Abdi, 2003; Tong, Joyce & Cottrell, 2008) au vu de certains résultats démontrant une activité du gyrus fusiforme pour des objets visuels faisant l'objet d'une expertise chez les sujets (Gauthier, Skudlarski, Gore & Anderson,

2000). Cette remise en cause de la suprématie de la FFA a conduit à postuler l'implication d'autres aires répondant spécifiquement aux stimuli faciaux, notamment le sillon temporal supérieur (STS) et le gyrus occipital inférieur (*Occipital Face Area*, OFA ; Steeves, Culham, Duchaine, Pratesi, Valyear, Schindler, Humphrey, Milner & Goodale, 2006).

Haxby et ses collaborateurs (Gobbini & Haxby, 2007; Haxby et al., 2000) ont finalement développé un modèle impliquant un réseau largement distribué et représenté dans la Figure 5 ci-dessous.

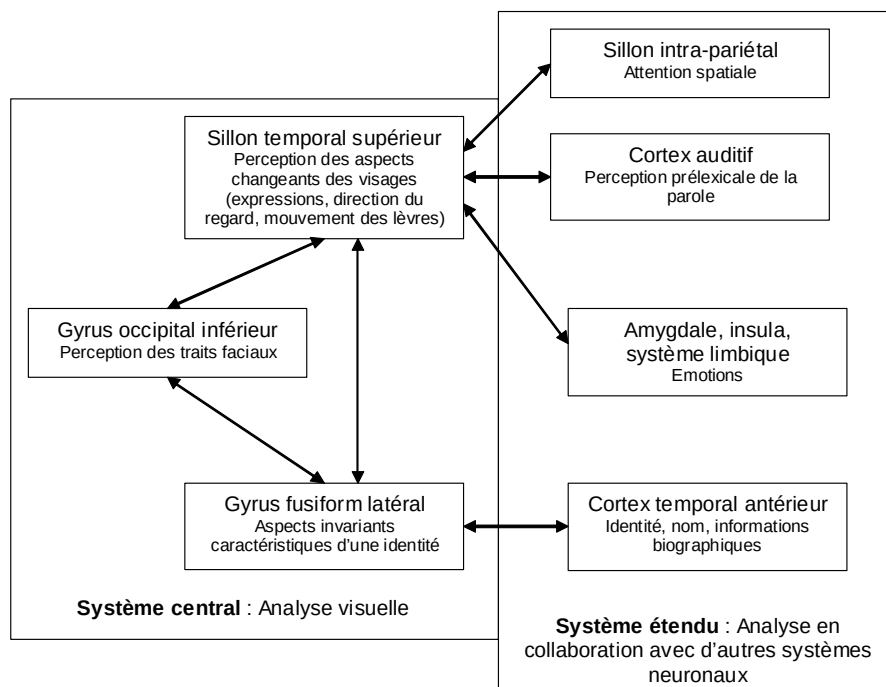


Figure 5 : Modèle anatomique de reconnaissance des visages proposés par Haxby et ses collaborateurs en 2000 (figure adaptée de Krolak-Salmon et al., 2006a).

Trois structures clés situées dans le cortex visuel extra-strié occipito-temporal seraient impliquées dans l'analyse visuelle de base. La FFA participerait au traitement des attributs structuraux statiques des visages. La

OFA opèrerait un traitement analytique des traits du visage perçu. Enfin, d'autres régions plus antérieures et dorsales du cortex temporal, notamment le STS, traiteraient les caractéristiques dynamiques et mouvantes. Les deux hémisphères cérébraux interagiraient à ce niveau, l'hémisphère droit assurant un traitement holistique des visages perçus alors que l'hémisphère gauche considèrerait les détails faciaux de manière analytique. Ce système central serait en outre en relation avec d'autres structures, plus distribuées, prenant en charge le traitement des autres caractéristiques des visages, comme le contenu émotionnel ou les informations biographiques (Krolak-Salmon et al., 2006a). Parallèlement à ce modèle cortical, l'idée d'une voie sous-corticale, impliquant l'amygdale, le colliculus et le pulvinar, qui serait dévolue au traitement des visages en parallèle à la voie corticale présentée ci-dessus, est actuellement discutée dans la littérature (Johnson, 2005) en relation avec le phénomène de détection rapide et automatique des stimuli faciaux.

L'étude du décours temporel du traitement des stimuli faciaux a permis la mise en lumière d'au moins deux grandes étapes successives, en relation avec le modèle développé par Bruce et Young (1986). La première est étroitement associée à l'encodage structurel des caractéristiques faciales. Dans un second temps, des processus additionnels sont impliqués dans le traitement de l'expression faciale et de l'identité.

Les études électrophysiologiques ont mis en évidence l'existence d'une onde spécifiquement associée à cette première étape du traitement des visages. Ainsi, Bentin, Allison, Puce, Perez et McCarthy (1996) ont démontré que la présentation d'un visage évoque de manière constante une négativité entre

150 et 200ms après l'apparition du stimulus, et dénommée N170. Cette onde, recueillie de manière plus ample au niveau du scalp temporal postérieur dans l'hémisphère droit, correspondrait à l'étape de l'encodage structurel décrit dans le modèle de Bruce et Young, et trouverait son générateur au niveau du gyrus fusiforme. Par la suite, la spécificité de cette onde aux visages et sa réactivité aux EFE ont fait l'objet de diverses études, concluant pour certaines à une modulation émotionnelle (Ashley, Vuilleumier & Swick, 2004; Batty & Taylor, 2003; Blau, Maurer, Tottenham & McCandliss, 2007; Campanella, Quinet, Bruyer, Crommelinck & Guérit, 2002b; Williams et al., 2006) et pour d'autres à une insensibilité aux émotions (Eimer & Holmes, 2002, 2007; Krolak-Salmon, Fischer, Vighetto & Manguière, 2001) et aux identités (Bentin & Deouell, 2000; Eimer, 2000). La thèse d'une modulation émotionnelle est cependant soutenue par les observations d'une implication du gyrus fusiforme lors de l'évaluation de la valence de stimuli faciaux (Gerber, Posner, Gorman, Colibazzi, Yu, Wang, Kangarlu, Zhu, Russell & Peterson, 2008), ainsi que d'une activité accrue de cette aire en réponse à des visages effrayés (Vuilleumier et al., 2001).

Cette question sera plus expressément abordée dans le point 3.3.

3.2. Corrélatés cérébraux du traitement des EFE

Si les corrélats biologiques sous-tendant la reconnaissance des visages ont pu être mis en évidence sans trop d'équivoque, il en va autrement en ce qui concerne la reconnaissance émotionnelle. Les aires impliquées diffèrent notablement en fonction des émotions étudiées, et participent à différents circuits neuronaux aux fonctions diverses. Par exemple, la perception d'une

expression faciale de peur doit non seulement permettre de catégoriser l'état émotionnel, mais aussi d'anticiper les actions et conséquences de cet état, et de préparer une réponse adaptée. Outre des mécanismes strictement perceptifs, d'autres, issus du champ sémantique et stockés en mémoire en fonction de l'expérience de chacun, vont donc être mis en œuvre suivant des voies ascendantes bottom-up et descendantes top-down.

De manière générale, les visages neutres provoquent des activations dans les aires décrites précédemment, le gyrus occipital latéral droit, le sillon temporal supérieur droit, les gyrus frontaux inférieurs et l'amygdale dans le cortex enthorinal. Les visages émotionnels évoquent des activations dans ces aires mais également dans d'autres, qui ne s'activent pas pour les EFE de neutralité (Kesler-West, Andersen, Smith, Avison, Davis, Kryscio & Blonder, 2001). Cela signifie donc que la perception d'un visage émotionnel demande un traitement additionnel à celui requis par un visage neutre, en lien avec sa charge émotionnelle.

Cependant, la remise en question de la définition même du terme émotion a influencé les modèles neuroanatomiques de leur traitement. En effet, il est entendu depuis les études menées par Paul Ekman voici près de 30 ans qu'il existe 6 ou 7 émotions primaires ou fondamentales : la peur, la colère, le dégoût, la joie, la tristesse, la surprise et le mépris (voir par exemple Ekman, 1999). Les émotions seraient des signaux distinctifs universels (Matsumoto, Keltner, Shiota, O'Sullivan & Frank, 2008; Waller, Cray & Burrows, 2008), et un système de classification des mouvements faciaux aboutissant à leur expression a été mis au point (*Facial Action Coding System* ou

FACS, Ekman & Friesen, 1978). En conséquence, les études neuroanatomiques ont tenté d'identifier les structures cérébrales répondant aux émotions comme des entités distinctes et spécifiques, l'idée sous-jacente étant qu'à une émotion répond une structure particulière (Adolphs, Damasio, Tranel & Damasio, 1996). Certaines données semblaient conforter cette hypothèse et il a ainsi pu être avancé que l'amygdale répondait préférentiellement à la peur, l'insula au dégoût, le cortex orbitofrontal à la colère, le striatum ventral à la joie, et le cortex cingulaire antérieur ventromédian à la tristesse⁵ (Fox, 2008; Gerber et al., 2008; Matsumoto et al., 2008; Murphy, Nimmo-Smith & Lawrence, 2003).

Cependant, cette modélisation catégorielle se limite à l'aspect morphologique des EFE, sans prise en compte des dimensions intrinsèques impliquées par leur traitement. Il a en effet été argué que la décomposition du champ affectif en émotions discrètes serait une illusion créée par le processus de catégorisation cognitive (Russell & Feldman Barrett, 1999), et que la perception émotionnelle serait également guidée par l'attrait de ces émotions. Cela a conduit certains auteurs à proposer d'autres modèles d'évaluation des EFE, et notamment à distinguer celles-ci selon deux dimensions majeures : leur valence (positive ou négative), et leur intensité (modèle « *circumplex* » de

⁵ Concernant cette dernière émotion, il nous faut toutefois souligner que les données obtenues quant aux réponses neurales à la tristesse n'ont pas la consistance de celles relatives à la peur ou la colère, et que certaines études n'ont pu rapporter d'activation particulière associée aux EFE de tristesse (Kesler-West et al., 2001; Phillips, Bullmore, Howard, Woodruff, Wright, Williams, Simmons, Andrew, Brammer & David, 1998a).

Russel ; Russell, 1980; Russell & Feldman Barrett, 1999). Cette dernière dimension conduit à un état d'alerte chez le sujet (la tension s'opposant au calme) et interagit avec la valence lors de la direction de l'attention vers l'un ou l'autre stimulus émotionnel (Gerber et al., 2008; Posner, Russell, Gerber, Gorman, Colibazzi, Yu, Wang, Kangarlu, Zhu & Peterson, 2008).

Les émotions peuvent donc se représenter sur un diagramme intégrant ces deux axes, comme représenté par la Figure 6 ci-dessous.

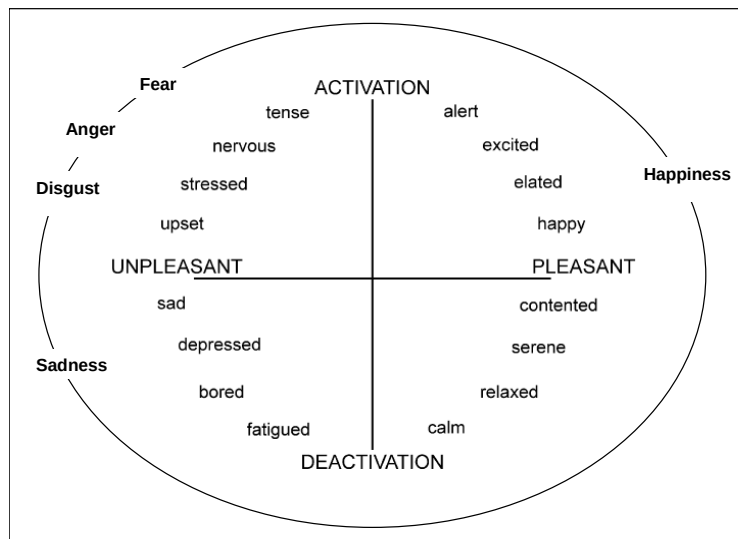


Figure 6 : Description des états émotionnels selon la double dimension intensité/valence (Fox, 2008 adapté de Russell, 1980).

Finalement, d'autres modèles dimensionnels ont été proposés (voir par exemple les travaux de Rolls, 2005; Thayer, 1989; Watson & Tellegen, 1985), et partagent une vue selon laquelle l'évaluation émotionnelle survient prioritairement sur ces dimensions de valence et d'activation (voir Fox, 2008 pour une revue). En résumé, la reconnaissance émotionnelle consciente est régie par un processus catégoriel (i.e. l'être humain classifie les émotions en différentes catégories et leur attribue des labels distincts ; Etcoff & Magee,

1992). La perception est par contre guidée par la saillance des affects exprimés. Cela peut expliquer, par exemple, que la peur soit confondue avec la tristesse dans des tâches impliquant une reconnaissance verbale alors que cette émotion est détectée de manière automatique (Goren & Wilson, 2006).

La redéfinition des modèles émotionnels a eu des conséquences sur l'étude des corrélats neuroanatomiques de leur traitement. Après une première hypothèse postulant une prédominance de l'hémisphère droit dans la perception émotionnelle (Borod, Cicero, Obler, Welkowitz, Erhan, Santschi, Grunwald, Agosti & Whalen, 1998), une nouvelle conception suggérant une distribution hémisphérique en fonction de la valence émotionnelle, positive ou négative, a ainsi émergé (Adolphs, Jansari & Tranel, 2001). Les études d'imagerie ont également suggéré que l'activation de certaines aires comme l'amygdale, l'insula, le thalamus, les cortex temporaux inférieur et médian (et particulièrement le gyrus fusiforme) serait positivement corrélée à l'intensité de l'émotion dépeinte par le stimulus. Ces zones encoderaient par conséquent le potentiel d'alerte du stimulus (Gerber et al., 2008).

Finalement, Chua et Dolan (2000) ont proposé un modèle du traitement émotionnel (Figure 7), selon lequel l'amygdale jouerait un rôle crucial dans la détection des situations représentant un danger pour l'individu. Elle reçoit ses inputs des systèmes sensoriels, ainsi que de l'hypothalamus et l'insula qui fournissent respectivement l'information relative au milieu interne et aux sensations viscérales. Par la suite, ses outputs sont projetés vers l'hippocampe, le thalamus et le cingulaire antérieur, structures dont l'interaction engendre

une évaluation de la situation par rapport aux connaissances déclaratives du sujet et la production d'une réponse comportementale adaptée.

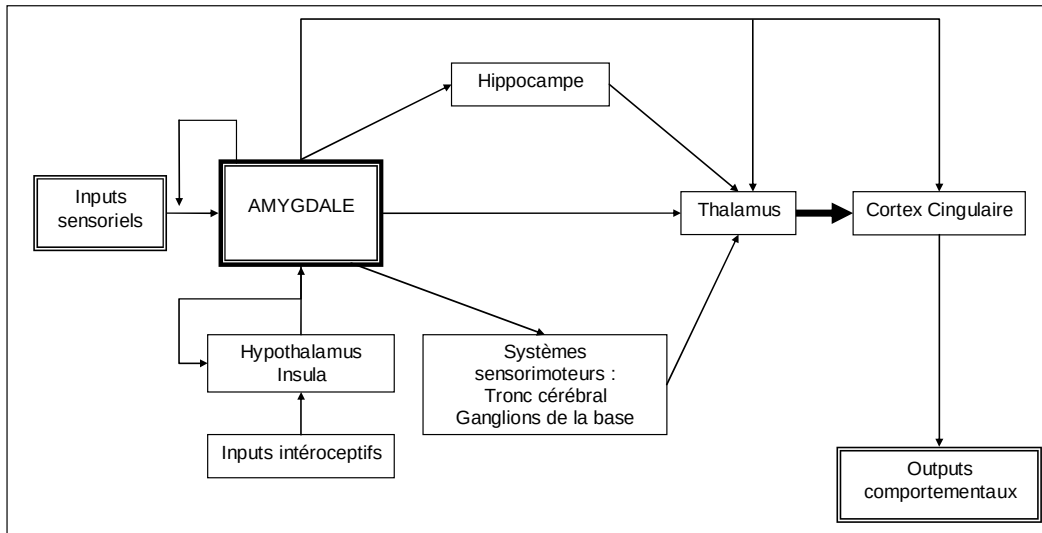


Figure 7 : Modèle du traitement de l'information émotionnelle
(Chua & Dolan, 2000).

Phillips, Drevets, Rauch et Lane (2003) ont impliqué ces structures cérébrales dans trois processus soutenant la perception émotionnelle. Ces processus sont 1) l'évaluation et l'identification de la signification émotionnelle du stimulus, 2) la production d'un état affectif en réponse et 3) la régulation de cet état affectif, pouvant entraîner l'inhibition et la modulation des processus 1 et 2 (voir Figure 8). Ces auteurs distinguent une voie ventrale, impliquée dans les deux premières étapes précitées, et une voie dorsale impliquée dans les étapes de régulation.

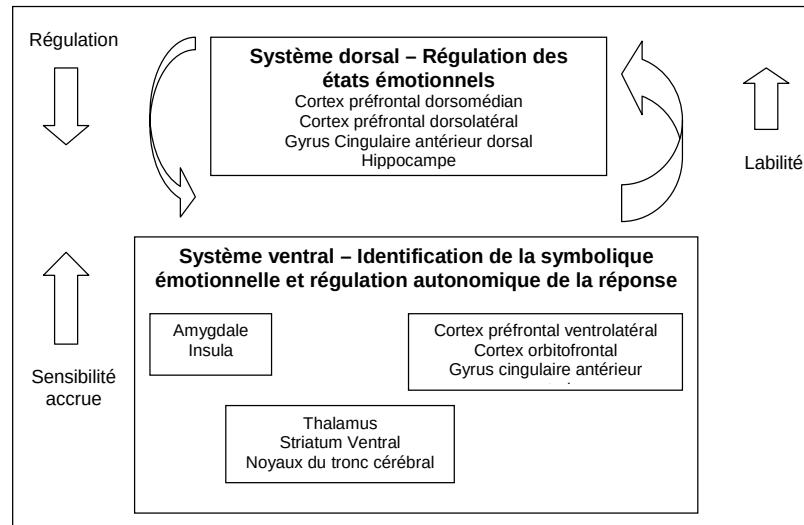


Figure 8 : Modèle du traitement de l'information émotionnelle

(Phillips et al., 2003)

De leur côté, Davidson et Irwin (1999) postulent également l'existence de deux systèmes assurant la médiation émotionnelle et motivationnelle. Ils définissent ceux-ci comme un système d'approche, qui favorise les comportements d'action dirigés vers un objectif désiré et qui génère certains types d'affects positifs, et un système de retrait, responsable de l'évitement des sources aversives et de la génération d'affects négatifs associés au repli. Certaines structures, comme l'amygdale ou l'insula, interviennent cependant à plusieurs niveaux, et nous nous proposons de passer brièvement en revue les principales fonctions attribuées aux différentes structures connues pour être impliquées dans le traitement émotionnel.

Depuis les premières recherches ayant impliqué le circuit de Papez dans la reconnaissance émotionnelle et les suivantes qui ont défini le concept général de système limbique, une des structures les plus étudiées dans ce domaine est l'amygdale, référée dans chacun des modèles présentés ci-dessus.

L'amygdale a été décrite comme le centre de contrôle des émotions, après que les travaux de Klüver et Bucy aient montré que sa destruction entraîne une apathie émotionnelle et une absence de réaction de peur et de violence. Plus généralement, elle est impliquée dans la modulation de la vigilance et de l'attention envers les stimuli porteurs d'une saillance émotionnelle (LeDoux & Phelps, 2008; Phillips et al., 2003; Williams, McGlone, Abbott & Mattingley, 2008), quelle que soit la modalité de présentation de ceux-ci (pour une revue, voir Zald, 2003). Cependant, la détermination de son rôle exact est complexifiée par la multitude de ses connexions (voir Figure 9 : Modèle de Charney et Drevets, page 85).

L'amygdale semble directement impliquée dans la perception de la peur, même en l'absence de consigne requérant un traitement explicite de l'émotion ou lorsque le stimulus émotionnel est masqué par un stimulus neutre (de Gelder, Morris & Dolan, 2005; Krolak-Salmon, Henaff, Vighetto, Bertrand & Mauguière, 2004; Lange, Williams, Young, Bullmore, Brammer, Williams, Gray & Phillips, 2003; Morris, Frith, Perrett, Rowland, Young, Calder & Dolan, 1996; Phillips, Young, Scott, Calder, Andrew, Giampietro, Williams, Bullmore, Brammer & Gray, 1998c; Pourtois et al., 2006; Pourtois & Vuilleumier, 2006b; Vuilleumier, 2005). Elle est ainsi impliquée dans une voie automatique sous-corticale (dite thalamo-amygdalienne, LeDoux & Phelps, 2008) dont la fonction recouvre le traitement des stimuli visuels émotionnels requérant une réponse comportementale urgente. Le thalamus constitue le premier relais de cette voie : il assure un traitement en basse résolution de l'information visuelle perçue et projette directement ses outputs sur

l'amygdale en vue d'une réponse émotionnelle rapide. Cette fonction d'alerte et de déclenchement de réactions neuro-hormonales et cognitives permettant l'évitement du danger est la plus souvent mentionnée (Phillips et al., 1998c). Elle renforce l'idée d'une sélection des informations relatives à une menace dans des conditions d'inattention (Williams, McGlone, Abbott & Mattingley, 2005) et se distingue d'une seconde fonction, plus tardive, corticale, assurant une expertise plus complète du message émotionnel (voie thalamo-cortico-amygdalienne, LeDoux & Phelps, 2008). Dans ce second cadre, l'amygdale pourrait être considérée comme une structure relais entre la perception de stimuli émotionnels et la construction de concepts émotionnels à un niveau cortical, en lien avec d'autres structures comme l'hippocampe (Krolak-Salmon, Henaff, Bertrand, Vighetto & Mauguière, 2006b ; voir aussi Chua & Dolan, 2000), et notamment par son implication dans la représentation mentale d'états émotionnels (Kim, Kim, Kim, Jeong, Choi, Jeong, Kim, Ku & Ki, 2007).

L'hypothèse couramment admise va dans le sens d'une réduction de l'activité de l'amygdale en réponse aux émotions positives (Burgdorf & Panksepp, 2006; Morris et al., 1996). Le rôle de l'amygdale ne semble pourtant pas se limiter au traitement de stimuli menaçants, puisque des activations ont pu être démontrées pour les émotions de joie (Breiter, Etcoff, Whalen, Kennedy, Rauch, Buckner, Strauss, Hyman & Rosen, 1996), ainsi que lors de l'induction d'états affectifs négatifs mais aussi positifs (pour une revue portant sur la réactivité de l'amygdale aux stimuli positifs, voir Zald, 2003).

Depuis la description du cas de Phineas Gage (Damasio, 1995), le cortex orbitofrontal constitue une deuxième aire mise en exergue dans le domaine de

la perception émotionnelle. Fortement connecté avec l'amygdale, le cortex orbitofrontal intervient dans la reconnaissance des expressions faciales, notamment la colère, en collaboration avec le gyrus cingulaire antérieur, et dans l'expérience émotionnelle par ses connexions avec le cortex temporal. Le cortex orbitofrontal joue un rôle majeur dans les interactions sociales, par son concours dans la mise en œuvre des relations interpersonnelles, du contrôle de soi, dans la prise de décision et la sélection de réponses sociales (Damasio, 1995; Krolak-Salmon et al., 2006b), ainsi que dans la médiation des changements autonomiques accompagnant les états affectifs produits en réponse à des stimuli ou des situations émotionnelles (Phillips et al., 2003). Plus généralement, le cortex préfrontal est impliqué dans le traitement des expressions faciales (Esslen, Pascual-Marqui, Hell, Kochi & Lehmann, 2004), et évaluerait la saillance émotionnelle des stimuli faciaux. Le cortex préfrontal est également impliqué dans la mise en œuvre des processus attentionnels (voir point 1) et dans la mémoire de travail émotionnelle (Davidson & Irwin, 1999). Ces fonctions lui attribuent un rôle dans la neurobiologie de la peur, via une évaluation de la menace en relation avec les souvenirs et émotions associés aux expériences passées de l'individu (Debatisse, Pralong, Boly, Despland, Ghika & Villemure, 2006).

Le cortex cingulaire, et le gyrus cingulaire antérieur en particulier, ont également fait l'objet d'un intérêt particulier dans l'étude des traitements émotionnels (Bush, Luu & Posner, 2000). Le cortex cingulaire antérieur est subdivisé en une part dorsale et une part ventrale. La section dorsale serait impliquée dans les fonctions cognitives, comme l'allocation des ressources

attentionnelles, les modulations des fonctions exécutives, le contrôle moteur, la motivation et la mémoire de travail. La partie ventrale est quant à elle impliquée dans le traitement émotionnel, comme l'évaluation de la saillance de l'information émotionnelle et motivationnelle, et la régulation des réponses émotionnelles. Le cingulaire antérieur s'active préférentiellement en réponse aux expressions d'émotions sociales comme la joie et la tristesse (Britton, Phan, Taylor, Welsh, Berridge & Liberzon, 2006), mais aussi le dégoût (Esslen et al., 2004). L'activation des sections dorsale et ventrale du cingulaire antérieur durant la perception émotionnelle refléterait en fait la capture automatique de l'attention par les stimuli (Carretié et al., 2004a), et cette aire a été modélisée comme jouant un rôle dans la gestion et la réponse aux stimuli émotionnels saillants (Wyble, Sharma & Bowman, 2008). Il a été postulé que le cingulaire antérieur pourrait constituer la contrepartie corticale du réseau thalamo-amygdalien. En effet, la vigilance automatique vers les stimuli menaçants se complète d'un mécanisme cortical, assurant l'interruption des activités en cours pour accroître la possibilité de traiter ces stimuli, et qui serait assuré par le cortex cingulaire dorsal et le cortex préfrontal (Wyble et al., 2008).

Le cortex insulaire, assurant la médiation des représentations somato-viscérales et étroitement interconnecté avec l'amygdale, a quant à lui été particulièrement impliqué dans la reconnaissance du dégoût (Krolak-Salmon, Henaff, Isnard, Tallon-Baudry, Guenot, Vighetto, Bertrand & Mauguière, 2003), notamment en lien avec le striatum (Phillips et al., 1998c). Plus précisément, une région de l'insula se révèle interconnectée avec les circuits

neuronaux gustatifs, olfactifs et viscéro-moteurs et permettrait la mise en relation multimodale des aspects perceptifs, moteurs et cognitifs et l'élaboration de la connaissance conceptuelle de l'émotion de dégoût (Krolak-Salmon et al., 2006b). D'autre part, l'insula a également été impliquée dans le conditionnement à la peur et jouerait un rôle dans la génération d'états affectifs en réponse aux stimuli émotionnels, notamment par l'envoi de représentations de l'information sensorielle aversive vers l'amygdale (pour une revue, voire Phillips et al., 2003). Finalement, l'insula interviendrait dans la communication verbale interpersonnelle, grâce à son positionnement entre les aires auditives et sensorimotrices des organes phonatoires, directement en charge de la communication verbale, et celles contrôlant les comportements émotionnels, comme l'amygdale, et l'interaction sociale via le cortex orbitofrontal (Habib, 2000).

Enfin, le gyrus temporal supérieur est impliqué dans la perception émotionnelle sans spécificité à une quelconque émotion (Phillips et al., 1998c). De même, les lobes temporaux participeraient à un rappel de l'information autobiographique (Esslen et al., 2004). Les cortex somato-sensoriel et moteur, l'hippocampe, les noyaux gris centraux et les noyaux moteurs du tronc cérébral, ont également été impliqués dans la génération de réponses simulées et concourent à la constitution de connaissances émotionnelles (Krolak-Salmon et al., 2006b; Phillips et al., 2003).

Les consignes fournies aux sujets durant les tâches de perception d'EFE peuvent moduler l'implication des structures neurales (Lange et al., 2003; Streit, Ioannides, Liu, Wolwer, Dammers, Gross, Gaebel & Muller-Gartner,

1999). Notons enfin que les aires impliquées dans la perception des émotions seraient également à l'œuvre lorsque les sujets doivent imaginer ces émotions (Kim et al., 2007), ce qui conforte l'idée d'envisager ces structures cérébrales comme fonctionnant à l'intérieur de réseaux aux rôles multiples et aux interactions complexes (Eimer & Holmes, 2007). Un désaccord existe cependant sur la similitude existant entre les aires impliquées dans la perception émotionnelle par rapport à l'expérience émotionnelle. Des méta-analyses démontrent des activations d'aires distinctes, à l'exception du cingulaire antérieur qui semble impliqué dans les deux processus (Wager, Feldman Barrett, Bliss-Moreau, Lindquist, Duncan, Kober, Joseph, Davidson & Mize, 2008). Cependant, d'autres structures interviendraient à la fois dans la perception et l'expérience émotionnelle, comme le gyrus frontal inférieur, l'insula antérieure et l'opercule frontal adjacent (Jabbi & Keysers, 2008). Ces aires seraient en fait responsables d'une imitation des expressions émotionnelles visualisées, à la source de la contagion émotionnelle et de la notion d'empathie (Jabbi & Keysers, 2008; Jabbi, Swart & Keysers, 2007).

Nous verrons plus loin que les aires participant activement aux opérations de décodage des EFE sont décrites comme dysfonctionnelles dans l'anxiété (Paulus, 2008), ce qui permettra de poser l'hypothèse de difficultés particulières associées à la présence d'anxiété. Le chapitre 3 abordera plus spécifiquement cette question.

3.3. Données électrophysiologiques relatives au traitement des EFE

Ces dernières années, de nombreuses études se sont penchées sur les corrélats électrophysiologiques du traitement des EFE, avec comme question sous-jacente la possible influence de la charge émotionnelle sur les ondes classiquement dévolues aux étapes de traitement perceptif ou spécifique aux visages, ainsi que l'objectif plus ou moins avoué de déterminer des ondes propres aux émotions.

L'intérêt des techniques électrophysiologiques est de permettre une détermination plus précise du décours temporel des activations que celle rapportée dans les études utilisant l'imagerie. Par exemple, les réponses corticales aux expressions de peur sont enregistrées dans l'amygdale environ 200ms après la présentation du stimulus, alors que les premières réponses de l'insula au dégoût surviendraient après 300ms (Krolak-Salmon et al., 2006b). D'autre part, Streit, Dammers, Simsek-Kraues, Brinkmeyer, Wolwer et Ioannides (2003) ont montré des réponses corticales accrues associées à des visages émotionnels dans le cortex orbitofrontal et l'amygdale dès 180ms après la survenue du stimulus. Cela suggère une hiérarchie en faveur du traitement des stimuli les plus aversifs (Krolak-Salmon et al., 2006b). Une mise au point exacte du décours temporel des étapes de traitement est toutefois difficilement possible avec la technique d'imagerie.

La méthode des potentiels évoqués (*Event-Related Potentials*, ERP) permet de combler cette lacune en étudiant le décours temporel du traitement de l'information avec une précision de l'ordre de la milliseconde. Les potentiels

évoqués se caractérisent par leur polarité (positive ou négative), leur latence (mesure en milliseconde du temps écoulé entre l'apparition du stimulus et l'observation du composant), leur distribution topographique, leur amplitude et leur durée (Picton, Bentin, Berg, Donchin, Hillyard, Johnson, Miller, Ritter, Ruchkin, Rugg & Taylor, 2000).

Dans le point suivant, nous exposerons succinctement les principaux composants ERP (avec un intérêt particulier pour les ondes étudiées dans la suite de ce travail), et nous aborderons la question de leur modulation émotionnelle et de leur lien avec les phénomènes attentionnels décrits supra.

3.3.1. Descriptions des principaux composants étudiés

De manière globale, trois grandes étapes se succèdent lors de la perception d'un visage émotionnel, et à chacune de ces phases correspondent des ondes largement étudiées :

- La première étape est d'ordre perceptif et propre à la perception de tout stimulus visuel. Elle est indexée par le complexe P100/N100, composé d'une négativité fronto-centrale et d'une positivité occipito-temporale apparaissant environ 100ms après la présentation du stimulus. Largement explorée par Hillyard et ses collaborateurs, ce complexe semble modulé par l'attention (Gomez Gonzalez, Clark, Fan, Luck & Hillyard, 1994; Heinze, Luck, Mangun & Hillyard, 1990; Hillyard & Anllo-Vento, 1998). En effet, dans les tâches de détection de cibles mises au point par Posner et son équipe, le complexe P100/N100 paraît amplifié dans les conditions valides, c'est-à-dire quand le stimulus apparaît dans une localisation attendue (Wright et al., 1995 ; pour une revue, voir Coull, 1998). Cela traduit un filtrage perceptif, un mécanisme

de sélection précoce qui module l'activité cérébrale dans les aires associatives extrastriées en leur permettant de traiter préférentiellement un stimulus attendu (Mangun & Hillyard, 1996).

- Toujours à l'intérieur de cette première étape perceptive, un second complexe est composé des ondes N170 et VPP. La N170 est une négativité occipito-temporale enregistrée environ 150-200ms après la survenue du stimulus. Cette onde a été décrite comme spécifique aux visages et son générateur serait le gyrus fusiforme (Bentin et al., 1996; Deffke, Sander, Heidenreich, Sommer, Curio, Trahms & Lueschow, 2007), dont nous avons décrit le rôle central dans le traitement des visages⁶. Sa contrepartie positive, la VPP (« *Vertex Positive Potential* »), initialement décrite par Bötzel et Grüsser (1989), est enregistrée au niveau fronto-central à la même latence. Ensemble, ces ondes traduisent l'encodage structural du stimulus visage, avant tout traitement sémantique ou émotionnel (Bentin et al., 1996; Carmel & Bentin, 2002; Streit, Wolwer, Brinkmeyer, Ihl & Gaebel, 2000) tel que décrit dans le modèle de Bruce et Young (1986).

- Succédant à cette étape perceptive, les processus de discrimination et de sélection d'une réponse sont indexés par les composants de latence intermédiaire, entre 200 et 300ms (Olofsson et al., 2008). Parmi ceux-ci, les

⁶ Une étude récente a cependant postulé que l'onde reflétant l'activité du gyrus fusiforme ne serait pas la N170 mais une négativité plus tardive dénommée N250r, qui correspondrait à la reconnaissance des identités. Cette étude identifie en outre le générateur cortical de la N170 comme appartenant aux aires occipitotemporales latérales, extérieures au gyrus fusiforme (Schweinberger, Pickering, Jentsch, Burton & Kaufmann, 2002).

ondes P200 et N200 constituent un complexe dit d'orientation de l'attention (Halgren & Marinkovic, 1995). Ce complexe se compose donc de l'onde N2b, maximale aux alentours de 250ms dans les sites occipitaux, et de la P3a de topographie frontale. Plus précisément, la P3a est produite en réponse à l'apparition d'un stimulus neuf particulièrement saillant (Polich & Kok, 1995) et se révèle modulée par le degré de nouveauté de l'information perçue (Knight, 1991). L'onde N2b apparaît lorsque le sujet prête activement attention aux stimulations et qu'une discordance est consciemment perçue. Elle réfère donc au déplacement des ressources attentionnelles nécessaires pour prendre en compte un nouveau stimulus (Suwazono, Machado & Knight, 2000), et indexe les premières étapes d'un traitement contrôlé de l'information. Ce complexe d'ondes est mis en évidence à l'intérieur de paradigmes dit *oddball*, présentant des successions de stimuli fréquents interrompues de stimuli rares, déviants. L'intérêt est d'observer comment l'attention va s'orienter vers ces stimuli en fonction de leurs différences. Des versions actives de ce paradigme, requérant une réponse aux stimuli rares, s'opposent à des versions passives, lors desquelles le sujet doit simplement être attentif aux stimuli successifs. Les ondes N200 et P200 peuvent cependant être enregistrées dans différents types de tâches, et ont pu être subdivisées en différents sous-composants (par exemple la N2pc, voir Eimer & Kiss, 2007).

- En dernier lieu, l'onde P3b, de distribution pariétale, apparaît entre 300 et 600ms selon la tâche, lors de la production d'une réponse à un stimulus pertinent (Bentin, Mouchetant-Rostaing, Giard, Echallier & Pernier, 1999; Hansenne, 2000a), et reflète les processus de prise de décision, de clôture

cognitive et de préparation prémotrice de la réponse (Hansenne, 2000a; Polich, 2004).

Outre ces ondes, largement étudiées, d'autres ont été proposées comme indexant plus précisément certaines étapes du traitement cognitif. Ainsi, l'onde N300, une déflexion de topographie centrale enregistrée environ 300ms après la présentation de stimuli, est supposée être particulièrement réactive aux stimulations émotionnelles (Carretié & Iglesias, 1995). Cette onde refléterait un traitement affectif tout en étant peu affectée par la cognition ; ce postulat découlant de l'observation d'une réactivité accrue aux caractéristiques émotionnelles des stimuli plutôt qu'à leurs caractéristiques physiques (Carretié & Iglesias, 1995; Carretié, Iglesias, Garcia & Ballesteros, 1997b).

La classification de ces étapes comme perceptives, attentionnelles et décisionnelles est cependant quelque peu problématique dans le cas de l'étude des phénomènes attentionnels. En effet, elle pourrait conduire à n'investiguer que les ondes typiquement décrites comme indexant un mouvement attentionnel, donc les ondes P2 et N2. Or, dans la mesure où la modulation émotionnelle de l'attention peut atteindre les étapes perceptives très précoces, l'attention va finalement influencer toutes les étapes du traitement visuo-spatial, de la prise en compte visuelle jusqu'à la décision finale. De même, la N300 répondrait aux caractéristiques émotionnelles des stimulations, mais cela n'empêche pas les étapes antérieures d'également subir cette influence.

Il apparaît donc comme essentiel d'aborder les modulations émotionnelles rapportées dans la littérature pour ces différents composants.

3.3.2. Modulations des étapes de traitement précoces

Les études explorant le timing du traitement des stimuli émotionnels ont obtenu des résultats en faveur d'un encodage précoce de leur valeur émotionnelle, généralement entre 100 et 300ms après leur présentation. Une des premières études, menée par Pizzagalli et ses collaborateurs (1999) démontrait une modulation dès 80-116ms après la présentation latéralisée à droite de visages appréciés ou dépréciés. Ces données vont dans le sens d'un encodage de la charge émotionnelle des stimuli avant la mise en place d'un traitement perceptif ou catégoriel. Le traitement perceptif semble cependant également modulé par l'émotion, dans la mesure où Holmes, Nielsen et Green (2008) rapportent une P100 d'amplitude accrue pour les visages effrayés présentés durant 300ms.

L'idée d'un accroissement du traitement perceptif à la suite d'EFE de peur est confirmée par Pourtois et al. (2004). Ces auteurs observent une P100 d'amplitude augmentée pour des cibles succédant à un visage effrayé, comparées à celles remplaçant des visages neutres ou joyeux, et concluent d'une part à une orientation attentionnelle précoce envers la localisation des visages effrayés, et d'autre part à un traitement sensoriel facilité de stimuli apparaissant ultérieurement à leur localisation. Des résultats identiques ont été rapportés lorsque l'indice utilisé était une EFE de colère et non plus de peur (Santesso et al., 2008). La présentation de paires de visages affichant pour l'un une EFE de neutralité et pour l'autre de joie évoquait un pattern inverse, comme si l'attention était systématiquement attirée par le visage le plus menaçant de la paire, et donc dans ce cas par le visage neutre (ibid.). Ces

résultats indiquent une amplification du traitement visuel par l'attention spatiale, via des influences top-down en provenance des aires fronto-pariétales. Celles-ci évoquent une activation du cortex visuel extrastrié avant même l'apparition du stimulus cible dans le cas d'une attention endogène/anticipatoire, soit dans un délai très court suivant l'apparition du stimulus dans le cas d'une attention exogène/réflexive (Pourtois & Vuilleumier, 2006a).

Une étude récente utilisant un paradigme comparable démontre cependant que les EFE négatives ne sont pas seules à capter l'attention. En effet, la présentation de stimuli aussi positivement valencés que peuvent l'être des visages de bébés provoque également un gain dans l'orientation attentionnelle et la discrimination de cibles valides (Brosch, Sander, Pourtois & Scherer, 2008). D'autre part, l'analyse de la P100 démontre une nouvelle fois des amplitudes accrues en réponse aux cibles valides, mais tant pour les expressions de colère que pour les visages de bébés. Les générateurs neuraux semblent également être identiques dans les deux cas, et localisés dans les aires striées et extra-striées occipito-temporales. Ces stimuli pourraient être porteurs d'une signification biologique toute particulière et moduler l'attention de manière automatique (Brosch et al., 2008).

Dernièrement, Utama, Takemoto, Koike et Nakamura (2008) ont proposé un modèle de traitement selon lequel l'information concernant le type d'expression émotionnelle serait traité précocement (vers 100ms), et suivie d'une analyse concernant son intensité dans les régions occipitales droites (vers 170ms). Ces auteurs fondent cette hypothèse sur l'observation d'une

corrélation positive entre la magnitude de la P100 et l'identification correcte d'EFE morphées d'une part, et entre la magnitude de la N170 et l'intensité émotionnelle perçue de ces stimuli d'autre part. Ce modèle peut être mis en parallèle avec celui postulant des modulations de l'attention sélective liée à la valence du stimulus, suivies d'influences plus tardives de son intensité (Olofsson et al., 2008).

3.3.3. Modulation émotionnelle de la N170

Il semblerait que l'activité du gyrus fusiforme soit sensible à l'attention portée spécifiquement aux visages (Holmes, Vuilleumier & Eimer, 2003; Vuilleumier et al., 2001) et puisse être modulée par l'expression faciale, dans le sens d'une activité accrue lors du traitement de visages effrayés comparés à des visages neutres (Surguladze, Brammer, Young, Andrew, Travis, Williams & Phillips, 2003; Vuilleumier et al., 2001, voir aussi Vuilleumier & Pourtois, 2007 pour une revue).

Les études ne sont cependant pas unanimes quant à la modulation du complexe N170/VPP par la charge émotionnelle. Un accroissement de la VPP en réponse à des EFE de peur a été décrit (Ashley et al., 2004) et suggère que les signaux de menace peuvent être traités prioritairement durant l'encodage structurel du visage. Cependant, la contrepartie positive de la N170 a fait l'objet de moins de recherches que cette dernière, pour laquelle des résultats plus que contradictoires ont été rapportés.

Un premier groupe de recherches montre des modulations émotionnelles de cette onde (Batty & Taylor, 2003; Blau et al., 2007; Campanella et al., 2002b; Kolassa & Miltner, 2006; Williams et al., 2006). Celles-ci ne se limitent

pas à la peur mais affectent également la joie et le dégoût (Ashley et al., 2004) et apparaissent même lors de l'utilisation de visages schématiques (Krombholz, Schaefer & Boucsein, 2007) ou artificiels (Muhlberger, Wieser, Herrmann, Weyers, Troger & Pauli, 2008). D'autres études, à l'inverse, n'observent aucune modulation émotionnelle de la N170 (Eimer & Holmes, 2002; Herrmann, Aranda, Ellgring, Mueller, Strik, Heidrich & Fallgatter, 2002; Santesso et al., 2008)

Eimer et Holmes (2007) interprètent la N170 comme insensible à la charge émotionnelle des visages traités. Ces auteurs rapportent en fait une positivité fronto-pariétale autour de 120ms après la présentation de visages effrayés, donc avant l'apparition de l'onde N170. Ils dissocient par conséquent cette étape d'encodage structural spécifique aux visages de celle de l'encodage émotionnel (Eimer & Holmes, 2002). La démonstration d'une modulation de la N170 par l'orientation des visages (Ashley et al., 2004) appuie également l'hypothèse d'un lien avec l'encodage structural plutôt qu'un effet de la valence émotionnelle en tant que telle.

Certains types de tâches pourraient néanmoins permettre des modulations précoces de type top-down en provenance des systèmes impliqués dans la détection rapide des EFE (et notamment la peur), et aboutir à une modulation émotionnelle de la N170 (Blau et al., 2007). Ce phénomène de modulation top-down serait comparable à celui de l'influence émotionnelle manifeste sur des ondes aussi précoces que celles survenant 100ms après la présentation du stimulus.

3.3.4. Modulations des étapes dites attentionnelles.

Une modulation des composants de latence intermédiaire (entre 200 et 300ms) a été observée en fonction du potentiel d'activation des stimuli présentés, et ce notamment pour les scènes émotionnelles (Olofsson et al., 2008). Par exemple, l'onde N200 est modulée par la charge émotionnelle et accrue pour les visages de peur (Dennis & Chen, 2007b). De même, l'onde EPN pour *Early Posterior Negativity*⁷ indexerait un phénomène dit « d'attention sélective naturelle » (pour une revue, voir Vuilleumier & Pourtois, 2007). Ce concept recouvre l'idée selon laquelle l'évaluation d'une image est guidée par les qualités perceptives d'un stimulus évoquant une activation affective, à privilégier pour un traitement ultérieur (Olofsson et al., 2008). Également décrite par Streit et al. (2000), l'onde EPN traduirait l'encodage de l'expression émotionnelle d'un visage (Balconi & Pozzoli, 2003), et serait plus ample pour les EFE menaçantes (Schupp, Öhman, Junghofer, Weike, Stockburger & Hamm, 2004). Elle pourrait correspondre à l'onde N250 décrite dans d'autres études, impliquée dans le traitement visuel global plutôt que local (Han, He & Woods, 2000) et majorée pour les expressions de joie (Carretié & Iglesias, 1995) et de peur (Holmes, Nielsen & Green, 2008).

La modulation émotionnelle de ces composants de latences intermédiaires serait attribuable à l'attention sélective portée aux stimuli, à la sélection de caractéristiques jugées comme étant d'une pertinence intrinsèque

⁷ Le lecteur qui ne serait pas familier avec les composants ERP décrits trouvera en annexe la description des ondes n'ayant pas fait l'objet d'une présentation détaillée dans la section 3.3.1.

(Olofsson et al., 2008). Cette hypothèse permet d'intégrer certaines observations selon lesquelles la détection et le traitement des EFE requièrent une attention focale (Eimer & Holmes, 2002; Eimer, Holmes & McGlone, 2003). En effet, il a été suggéré que des modulations émotionnelles apparaissent quand l'attention est portée sur les caractéristiques émotionnelles des stimuli, mais disparaissent si l'attention est orientée sur un aspect non-émotionnel (Eimer et al., 2003). Ces résultats plaident pour un rôle de l'attention dans les modulations émotionnelles, puisqu'une détection automatique ou pré-attentionnelle des stimuli émotionnels modulerait également les corrélats électrophysiologiques des tâches non-émotionnelles. Plus précisément, l'orientation initiale envers la menace ne serait pas affectée par l'attention mais bien les processus d'analyse de l'expression, plus tardifs et plus contrôlés (Holmes, Kiss & Eimer, 2006).

3.3.5. Modulations émotionnelles tardives

Si les études récentes se sont intéressées aux effets très précoces de la modulation émotionnelle, les données plus anciennes démontrent de manière consistante une discrimination émotionnelle à partir de 200ms après la présentation des stimuli. L'onde P300, associée aux aires de traitement associatives et supramodales, a ainsi laissé apparaître une sensibilité aux émotions présentées (Campanella, Gaspard, Debatisse, Bruyer, Crommelinck & Guérit, 2002a; Freitas, Katz, Azizian & Squires, 2008; Krolak-Salmon et al., 2001). L'amplitude de la P300 semble notamment positivement corrélée au potentiel d'activation des stimuli perçus (Delplanque, Silvert, Hot, Rigoulot & Sequeira, 2006), ce qui traduit l'influence des stimuli affectifs sur le système

motivationnel (Rozenkrants & Polich, 2008), même lorsque la tâche ne requiert pas de catégorisation émotionnelle consciente (Delplanque, Silvert, Hot & Sequeira, 2005). La plupart des effets apparaissant sur les ERP tardifs, subsistant jusque 550ms, ne semblent cependant pas propres à une émotion particulière (Muhlberger et al., 2008). Ces réponses prolongées correspondent plutôt à un marquage de la dimension émotionnelle sans effet de valence, et traduiraient des processus complexes d'ordre cognitif et de vigilance engendrés par les stimuli émotionnels (Vuilleumier & Pourtois, 2007).

3.3.6. Indexation du traitement des différentes émotions

Les données présentées ci-dessus suggèrent une modulation de l'attention par la charge émotionnelle. Elles postulent également que le traitement émotionnel serait une caractéristique automatique de la perception. Cependant, s'il est établi que la présence d'émotions module le traitement perceptif, la question d'une modulation spécifique des ERPs selon le type d'émotion a également donné lieu à des résultats contradictoires.

Dans une étude menée par Balconi et Pozzoli (2003), les EFE de joie, surprise, peur, tristesse et colère évoquaient une négativité plus large que les visages neutres sur les électrodes postérieures, 230ms après leur présentation. Les auteurs en concluent que cette onde, baptisée N230 dans leur recherche mais pouvant correspondre à la N250 décrite dans d'autres études, indexe les traitements cognitifs spécifiques alloués au décodage des EFE. Cette onde apparaissait de plus majorée pour les EFE d'intensité élevée et de valence négative, confortant la théorie d'une influence de l'*arousal* sur les composants de latence intermédiaire (Olofsson et al., 2008).

Paradoxalement, la morphologie, la durée ou la distribution topographiques des ERPs enregistrés ne semblent pas influencées par la présentation d'EFE de joie, de colère, de dégoût, de tristesse, de peur et de surprise dans une autre étude (Eimer et al., 2003). Ces résultats ne confortent pas l'hypothèse de l'existence de sous-systèmes spécialisés dans le traitement des différentes EFE, mais, comme évoqué plus haut, l'enregistrement à même le scalp n'offre d'accès qu'aux activations corticales, alors que les études en imagerie ont essentiellement rapporté des différences d'activation sous-corticale. D'autre part, le design utilisé dans cette dernière étude présente des dissemblances assez nettes avec ceux ayant permis l'observation de différences d'activation. En effet, deux visages neutres ou deux visages présentant la même émotion étaient présentés simultanément de part et d'autre d'une croix de fixation, et les sujets devaient identifier si les visages étaient émotionnels ou non. Par contre, dans l'étude de Balconi et Pozzoli, les sujets devaient observer les visages présentés un à un au centre de l'écran en vue de leur reconnaissance ultérieure. Etant donné la forte influence du focus attentionnel sur l'analyse visuelle des EFE, la fixation fovéale pourrait avoir renforcé le traitement des stimuli, engendrant par conséquent des différences d'activations.

Il est important de signaler que les différents paradigmes utilisés dans ces études ne mesurent pas nécessairement les mêmes composants du système attentionnel. Par exemple, les études de type dot-probe mesurent les capacités d'attention sélective, de flexibilité et de déplacement du focus attentionnel. Par contre, le paradigme oddball implique essentiellement les capacités de

vigilance, définies comme un « *état de préparation à détecter et à réagir à certains changements discrets apparaissant à des intervalles de temps variables au sein de l'environnement. L'évaluation de la vigilance d'un sujet vise à apprécier sa capacité à maintenir un niveau d'efficiency attentionnelle suffisant dans des tâches monotones, de longue durée au cours desquelles le nombre de stimuli auxquels il a à réagir est peu élevé. Il s'agit donc de tâches de surveillance portant sur la détection d'événement rares* » (Leclercq & Zimmermann, 2000, p99). Ce paradigme permet d'aborder directement la possibilité d'orienter l'attention de manière involontaire sur les événements rares et potentiellement pertinents (voir par exemple Yuan, Yang, Meng, Yu & Li, 2008), et offre donc une alternative intéressante à l'emploi de tâches plus classiques.

4. Biais attentionnels envers les EFE

Ainsi que nous l'avons vu dans les points précédents, la thèse d'une interaction entre déploiement des processus attentionnels et émotions soulève plusieurs questions, concernant notamment l'automatisme de ce processus, l'avantage des stimuli de valence menaçante, et le rôle des stimuli faciaux. La détection de ceux-ci passe par un réseau cortical composé de structures corticales et sous-corticales, dont certaines, comme l'amygdale, sont capables de fournir des réponses rapides, sans conscience du sujet. Il a donc été avancé que les visages captent l'attention de manière automatique, par un effet d'extraction du contexte.

Cependant, si les auteurs accordent un intérêt croissant à la question de l'interaction entre émotion et attention, et si les études et revues sur ce thème

se succèdent (voir par exemple Bradley, 2009; Fox, 2005; Pourtois & Vuilleumier, 2006b; Taylor & Fragopanagos, 2005; Taylor, Scherer & Cowie, 2005; Vuilleumier, 2005), deux types de résultats s'opposent. Les premiers vont dans le sens d'un traitement tout à fait automatique des émotions, sans apport de l'attention, et donc d'une indépendance entre ces mécanismes. Les seconds soutiennent plutôt l'idée d'une guidance opérée par les émotions sur l'attention (Taylor & Fragopanagos, 2005).

La thèse d'un traitement automatique des émotions implique que ce processus soit accompli simultanément avec d'autres tâches attentionnelles et sans interférence sur leur mise en œuvre. En outre, un encodage émotionnel automatique suppose que les stimuli émotionnels ne soient pas consciemment reconnus alors que leur valeur émotionnelle est enregistrée et peut influencer les réponses fournies. Par exemple, le ralentissement de la dénomination de couleurs de mots à valence affective dans la version émotionnelle du test Stroop plaide en faveur d'un traitement automatique de la charge émotionnelle. En effet, cette interférence témoigne non seulement de la sensibilité à la connotation affective d'un stimulus, mais également de l'incapacité à inhiber celle-ci (Kahan & Hely, 2008).

Les premières études vérifiant l'hypothèse d'une détection automatique des EFE se fondaient sur les paradigmes de recherche visuelle. Des patterns constitués de plusieurs rangées de visages sont présentés aux sujets, qui doivent détecter le plus rapidement possible une expression faciale différant des autres. Hansen et Hansen (1988) ont ainsi démontré que la détection de visages exprimant la colère parmi un ensemble de visages affichant une EFE

de joie est simplifiée par rapport à la situation inverse de recherche de visages joyeux. Cet effet a été attribué à une capture de l'attention par ces visages, à un traitement parallèle et automatique. A leur suite, Öhman, Lundqvist et Esteves (2001) ont mis en évidence un biais accru pour des EFE schématique de colère, exprimant une menace directe, par rapport à d'autres expressions de valence négative (comme la tristesse ou une expression calculatrice), traduisant une recherche visuelle privilégiée de ces stimuli. D'autre part, la présence de visages effrayés dans le pattern évoque une activation de l'amygdale, confortant l'hypothèse d'un traitement automatique des stimuli menaçants (Williams et al., 2008). Toutefois, cette activation n'apparaît pas quand les sujets échouent à détecter le stimulus menaçant, ce qui implique un corrélat entre activité de l'amygdale et perception effective des stimuli menaçants. En outre, les "échecs" de l'amygdale mettent en évidence la limitation de ses capacités d'extraction d'EFE menaçantes dans des patterns complexes (ibid.).

Le concept de détection parallèle et automatique a cependant été remis en cause. Les études classiques mettant en jeu ce phénomène de recherche visuelle étudiaient la saillance de dimensions physiques comme la luminosité ou la brillance et demandaient par exemple de détecter un rond de couleur vive parmi un ensemble de ronds de couleur plus terne. Dans ce genre d'études, le stimulus cible s'imposait de manière irrépressible, par une saillance et un degré de visibilité accru, sans que le focus attentionnel ou la visée oculaire ne soient impliqués. Un tel effet d'extraction était donc qualifié d'automatique, de « *pop-out* » (la cible sautant littéralement aux yeux du sujet)

(Nolin & Laurent, 2004). Dans le cas de la recherche visuelle facilitée de stimuli émotionnels, cet effet de saillance a été attribué aux caractéristiques émotionnelles, et non physiques, des stimuli (Lamy, Amunts & Bar-Haim, 2008). Cependant, il pourrait témoigner d'un traitement sériel des stimuli émotionnels plutôt que d'un réel d'effet d'extraction (Fox, Lester, Russo, Bowles, Pichler & Dutton, 2000). En effet, l'accroissement du nombre de distracteurs opère une influence réduite, mais non absente, sur les performances, ce qui implique un rôle des ressources attentionnelles. Finalement, il semblerait que les processus de recherche visuelle soient sensibles aux EFE et sous leur influence, et qu'une guidance attentionnelle soit influencée par l'interaction dynamique de facteurs perceptifs et émotionnels (Frischen, Eastwood & Smilek, 2008). Enfin, la recherche visuelle d'EFE serait influencée par l'état émotionnel de l'observateur (*ibid.*).

La thèse d'une perception automatique des expressions faciales menaçantes est cependant soutenue par les données démontrant une activation de l'amygdale sans perception consciente des stimuli lors de présentations brèves ou masquées (Morris, Öhman & Dolan, 1998). Ces résultats ont toutefois été nuancés, car l'automatisme des réponses de l'amygdale semble limitée à la peur et aux propriétés affectives les plus basiques des visages, comme leur valence ou leur intensité (Anderson, Christoff, Panitz, De Rosa & Gabrieli, 2003).

S'opposant à la thèse d'activation automatique, Pessoa et ses collaborateurs ont montré que les réponses neurales accrues en réponse aux visages effrayés sont absentes de tâches sollicitant plus ardemment les

ressources attentionnelles (Hsu & Pessoa, 2007; Pessoa, Japee & Ungerleider, 2005; Pessoa, McKenna, Gutierrez & Ungerleider, 2002b). Ces résultats plaident pour une modulation attentionnelle, top-down, de la perception émotionnelle, qui serait donc atténuée dans les tâches occupant les fonctions attentionnelles de façon plus contraignante. Les facteurs bottom-up jouent toutefois un rôle aussi important, puisqu'une modulation neurale est également observée lorsque la saillance de cibles à détecter aux côtés de ces visages émotionnels est volontairement décrue (Hsu & Pessoa, 2007).

Les paradigmes utilisant une succession rapide de stimuli (RSVP, *Rapid Serial Visual Presentation*, Raymond, Shapiro & Arnell, 1992) présentent un intérêt particulier dans l'étude de la perception automatique des stimuli émotionnels. Le phénomène de blink attentionnel s'étudie au travers de la présentation rapide de deux stimuli présentés à la suite l'un de l'autre, par l'observation d'un traitement altéré du second stimulus (Raymond, Shapiro & Arnell, 1995). Cet effet traduit les limitations des ressources attentionnelles allouées au traitement visuel. L'effet d'omission d'une cible présentée brièvement après un premier stimulus est toutefois réduit quand cette cible est émotionnelle (de Jong & Martens, 2007), l'effet de blink étant identique pour des stimuli de peur et de joie (Fox, Russo & Georgiou, 2005). Ces données vont dans le sens d'une guidance émotionnelle de l'attention, d'un '*boost*' dans la force de représentation cognitive de ces stimuli (Taylor & Fragopanagos, 2005).

Enfin, les données issues de l'électrophysiologie, passées en revue dans le point 3.3., montrent des modulations liées à la présentation de visages

menaçants ou effrayés dès 100ms après leur présentation, c'est-à-dire avant que ces stimuli n'aient été consciemment identifiés. Nous avons vu que ces visages menaçants mènent à une orientation de l'attention spatiale vers leur localisation (voir par exemple Pourtois et al., 2004; Santesso et al., 2008), impliquant les fonctions de contrôle attentionnel. Toutefois, l'introduction d'une charge attentionnelle supplémentaire module le traitement alloué aux émotions (Hsu & Pessoa, 2007).

Cette polémique autour d'une perception automatique des émotions ou d'une guidance émotionnelle de l'attention n'est pas sans rappeler le débat entre Zajonc et Lazarus, dans les années 1980, autour du thème de l'indépendance entre cognition et émotion (pour une revue, voir Fox, 2008). Quoiqu'il en soit, ces données mettent une nouvelle fois l'accent sur le rôle des processus perceptifs bottom-up et motivationnels top-down dans l'apparition d'un biais attentionnel envers les EFE menaçantes (Domínguez-Borràs & Escera, 2008). Or, si les facteurs motivationnels entrent en ligne de compte, leur influence doit être d'autant plus marquée chez les individus particulièrement sensibles à la notion de menace, ce qui renforce l'idée d'un biais attentionnel accru dans les troubles anxieux.

5. Attention et émotion : synthèse et hypothèses liées à l'anxiété

L'attention sélective se définit comme la capacité à traiter l'information pertinente au détriment d'autres stimuli de l'environnement et, comme abordé dans le point 2, l'hypothèse d'une attention émotionnelle a été avancée et très discutée ces dernières années. L'idée sous-jacente est que les stimuli

émotionnels, et en particulier les EFE, sont traités de manière automatique, sans que l'attention doive être consciemment dirigée vers ceux-ci (Vuilleumier, 2005; Vuilleumier et al., 2001). Un débat s'en est suivi, visant à déterminer si les stimuli émotionnels sont détectés automatiquement, de manière inconsciente quoique sans automatisme, ou si un certain degré d'attention est requis (pour des revues de ces questions, voir Pessoa, Kastner & Ungerleider, 2003; Taylor & Fragopanagos, 2005). Ainsi que nous l'avons vu, un certain nombre de structures cérébrales sont connues pour traiter préférentiellement différentes catégories d'émotions, et la nature de ces structures, corticales ou sous-corticales, pourrait influencer leurs interactions avec les processus attentionnels.

En définitive, il semblerait que les stimuli émotionnels modulent l'attention (via l'activation de certaines structures comme l'amygdale), mais que l'attention puisse également moduler la perception émotionnelle (Taylor & Fragopanagos, 2005). Une lecture intégrative au travers du modèle bidimensionnel (voir Figure 6, page 39) a été proposée par Olofsson et al. (2008) : la valence émotionnelle influencerait les composants ERP précoces (entre 100 et 250ms) alors que l'intensité modulerait les composants plus tardifs (200-1000ms). Plus précisément, la valence du stimulus entraîne une capture précoce, automatique, de l'attention sélective, renforcée pour les stimuli négatifs. Par la suite, l'*arousal* de l'image, sa capacité à évoquer une activation chez le sujet, détermine l'allocation des ressources attentionnelles pour le traitement ultérieur de l'image émotionnelle, en lien avec les

propriétés motivationnelles intrinsèques de l'image. L'encodage et le stockage en mémoire de l'information affective s'en trouvent également affectés.

Synthétiquement, nous avons présenté les données en faveur d'une interaction attention-émotion, ainsi que les paradigmes ayant menés à ces observations. Ceux-ci ont finalement mis en lumière un traitement préférentiel des stimuli de valence négative, et plus particulièrement des stimuli menaçants, dans les populations contrôles.

Dès lors, il est trivial de penser que, si des individus sans déficit de la régulation émotionnelle présentent des biais en faveur d'émotions négatives dans leur sélection attentionnelle, les sujets souffrant de pathologie de l'humeur seront davantage enclins à présenter de tels biais. Il a effectivement pu être démontré que les troubles psychopathologiques, comme l'anxiété ou la dépression, sont associés à des biais émotionnels (Mathews & MacLeod, 1994). La dépression a été associée à un biais mnésique et interprétatif en faveur de l'information de valence négative, mais les processus attentionnels seraient particulièrement impliqués dans les troubles anxieux (Mathews & MacLeod, 1994; Philippot, Coats & Feldman, 2003). En effet, l'orientation attentionnelle renforcée et le traitement accru de toute stimulation jugée menaçante, liée à une suractivation des structures cérébrales médiatrices de ces traitements, aboutiraient à une surévaluation de la menace et à un renforcement des comportements anxieux. En conséquence, nous proposons, dans le chapitre suivant, de faire le point sur l'anxiété, et de voir en quoi ses définitions et les modèles cognitifs ont souligné le rôle notable joué par les interactions entre attention et émotions dans ses manifestations.

Chapitre 2 :

Corrélatifs cognitifs

et cérébraux de l'anxiété

“The physical symptoms of fight or flight are what the human body has learned over thousands of years to operate efficiently and at the highest level...

Anxiety is a cognitive interpretation of that physical response”.

John Eliot

Parmi tous les troubles psychologiques, l'anxiété est sans nul doute celui pour lequel la question de la limite entre normal et pathologique se pose avec le plus d'acuité. L'amalgame dans le vocabulaire courant entre peur, anxiété et angoisse contribue à épaissir le brouillard entourant la définition de l'anxiété pathologique et complexifie la prise de conscience du patient et de ses proches. Car l'anxiété pathologique, caractérisée par un sentiment d'insécurité perturbant le fonctionnement quotidien, est à distinguer de la simple anxiété anticipatoire. Il est vrai que cette distinction n'est pas aisée. Longtemps, le patient anxieux parlera de nervosité face à ses soucis, tentera de justifier les manifestations physiques et psychologiques de son anxiété par une hypersensibilité ou une fatigue excessive, définissant donc son fonctionnement comme normal et se refusant par-là toute possibilité de prise en charge et de guérison.

Pourtant, de nombreuses clés permettent de définir une anxiété pathologique, caractérisée par un sentiment d'appréhension et de tension face à un péril de nature indéterminée. Ces spécificités la distinguent de la peur, qui est une réaction physiologique répondant à une situation menaçante réelle. Globalement, on peut dire que l'anxiété prend un aspect pathologique lorsqu'elle devient permanente et survient sans lien avec des événements

périodiques, qu'elle perd sa fonction adaptative en favorisant, à l'inverse, la survenue de compulsions et la mise en place de limitations dans les comportements du sujet, et qu'elle aboutit donc à une souffrance morale (Velardi, Willis & Pomini, 2006). L'anxiété pathologique peut également s'associer à des épisodes dépressifs (Barlow & Campbell, 2000; Mineka, Watson & Clark, 1998) ou des attaques de panique (Barlow, 1988), et se compliquer de phénomènes de dépendance pharmacologique, mais aussi alcoolique, toxicomaniacale ou relationnelle (Burns & Teesson, 2002; Eley, Rijdsdijk, Perrin, O'Connor & Bolton, 2008; McEvoy & Shand, 2008; Robinson, Sareen, Cox & Bolton, 2009; Stevens, Rist & Gerlach, 2008).

Outre cette question de la frontière entre normal et pathologique, la définition des troubles anxieux se heurte à une seconde difficulté, liée à l'aspect multiforme de l'anxiété. Celle-ci peut en effet rester flottante, se fixer sur une ou plusieurs situations spécifiques dans le cas de phobies, voire se généraliser à une série de situations.

Ensemble, les troubles anxieux affectent une large part de la population, la tranche d'âge la plus touchée se situant, selon les études, entre 20 et 30 ans. Ainsi, en France, 17% des hommes et 25% des femmes souffriraient d'anxiété pathologique, sous forme d'anxiété généralisée, de phobie sociale, d'agoraphobie, de troubles paniques ou de stress post-traumatique. Cela place l'anxiété en tête des troubles psychiatriques dans la population, devant les troubles de l'humeur (épisodes dépressifs, dysthymie, épisodes maniaques), de dépendance à l'alcool ou à la drogue (Cohidon, 2007). Les conséquences économiques et professionnelles de l'anxiété sont lourdes puisque la même

étude nous rapporte que 66% des femmes déclarant souffrir de phobie sociale expérimenterait des difficultés professionnelles.

De par sa nature particulière, l'anxiété affecte les relations sociales et interpersonnelles. Comprendre comment ce syndrome affecte la perception de ceux qui en souffrent, et plus particulièrement comment l'environnement et les autres individus sont perçus, prend donc une importance toute particulière. Dans ce cadre, de nombreuses études ont investigué la notion de perception émotionnelle chez le sujet anxieux. Globalement, il apparaît que les stimuli indiquant la présence d'une menace dans l'environnement évoquent une attention accrue chez les sujets anxieux. Il en va ainsi des mots, des phrases, des scènes et aussi des EFE. Cette dernière catégorie de stimuli, extrêmement représentée dans notre vie quotidienne, est tout spécialement intéressante à étudier dans le cadre de l'anxiété. En effet, une mauvaise perception des émotions exprimées par autrui conduit nécessairement à une réaction inappropriée, et contribue dès lors à perturber les interactions sociales des patients, ce qui peut maintenir et même renforcer l'anxiété (Eysenck, 1997; MacLeod, 1999; Mathews & Mackintosh, 1998; Mogg & Bradley, 1998; Williams et al., 1997).

1. L'anxiété, définitions et modélisations

L'anxiété peut se conceptualiser comme un état négatif, cognitif, affectif et somatique, avec comme symptôme proéminent un sentiment d'incontrôlabilité focalisé sur une menace future potentielle, sur un danger ou sur d'éventuels événements négatifs (Chua & Dolan, 2000). Bien que différents

types d'anxiété puissent être définis à partir de cette première caractérisation, l'élément clé de l'état d'anxiété est clairement la sensation de peur expérimentée par l'individu, associée à un sentiment d'impuissance à la contrer et à la rationaliser. Cette peur se manifeste par différents signes physiques (attaques de panique, troubles du sommeil, hypervigilance, réaction accentuée de surprise, fatigue, tensions musculaires), cognitifs (irritabilité, difficultés de concentration, inquiétude, nervosité, dépersonnalisation, déréalisation), et comportementaux (évitement, ritualisation, alcoolisme, comportements d'addiction) (Bleau, 2001).

A l'origine, la peur constitue une réponse normative à la présence d'une menace réelle dans l'environnement, et l'anxiété a pour but de nous préparer à affronter et à contrer une menace réelle ou une situation d'incertitude. De ce fait, les stimuli aversifs, tout comme les visages exprimant la peur, sont traités par des mécanismes de détection automatiques agissant inconsciemment et évoquant des réponses neurales instinctives (voir les points 2, 3 et 4 du chapitre précédent). Cependant, les réactions et les comportements utilisés pour contrer une menace concrète, normatifs en eux-mêmes, peuvent devenir incontrôlables et/ou excessifs, et donner lieu à la catégorie de troubles psychiatriques la plus répandue avec, comme syndromes prévalents, l'anxiété généralisée (*General Anxious Disorder*, GAD) et l'anxiété sociale.

La distinction entre peur et anxiété se pose donc comme fondamentale. L'objet à la source de la réaction rencontrée constitue un premier indice : s'il s'agit d'un objet, d'une situation concrète, on se référera à la peur. Par contre, si cet objet reste vague et non identifiable, la peur s'installant sans objet, on

parlera plutôt d'anxiété (Öhman, 2008; Velardi et al., 2006). D'autres niveaux de distinction peuvent toutefois être pris en compte, comme proposés dans le modèle de Barlow (1988). Ainsi, la peur consiste une émotion primaire, d'une durée limitée dans le temps, alors que l'anxiété apparaît plutôt comme une émotion secondaire donnant lieu à un état affectif prolongé et persistant, mêlant des sentiments de peur, de tristesse, de colère, et d'intérêt. La peur engendre une attention dirigée vers l'objet alors que l'anxiété opère un retournement de l'attention envers le sujet. La peur donne lieu à des manifestations physiques de préparation à l'action (paralysie ou au contraire attaque), alors que l'anxiété évoque essentiellement des réponses cognitives d'hésitation et de préoccupation (Lang, Davis & Öhman, 2000; Velardi et al., 2006). Des sentiments d'imprédictibilité de la situation source d'angoisse et de manque de contrôle lors de la rencontre de cette situation peuvent donner lieu à un cercle vicieux : une situation jugée imprédictible est à la source d'un sentiment d'incontrôlabilité accru, avec à la clé une anxiété d'intensité renforcée. Cet état d'appréhension anxieuse sera à la source du développement de l'anxiété pathologique.

A l'anxiété anticipatoire normale, nous opposerons dans un premier temps les troubles anxieux sous-cliniques, caractérisés par une anxiété-trait trop élevée, et les troubles cliniques, dans lesquels le patient nécessite une prise en charge thérapeutique, psychologique et médicamenteuse. On pourra encore distinguer les troubles cliniques selon l'objet de la peur ressentie, qui peut rester flottante dans l'anxiété généralisée, ou se fixer sur un objet ou une situation spécifique dans la phobie spécifique, la phobie sociale, le trouble

panique avec ou sans agoraphobie, le trouble obsessionnel compulsif ou le trouble de stress post-traumatique.

Dans la suite de ce travail, nous nous focaliserons sur l'anxiété généralisée et l'anxiété sociale. Ces deux troubles sont en effet les plus fréquents et ceux qui peuvent le plus directement affecter les relations interpersonnelles.

2. Anxiété générale et anxiété sociale

Différentes formulations cognitives de l'anxiété ont été successivement proposées et raffinées. Toutes s'accordent à dire que l'anxiété serait à l'origine un comportement appris, résultant d'un apprentissage de type conditionnement, avec deux réponses proéminentes : l'évitement et la fuite des situations dans lequel l'élément anxiogène pourrait être rencontré.

L'anxiété généralisée est caractérisée par une inquiétude excessive expérimentée de manière permanente sur une durée supérieure à six mois. Les préoccupations des patients touchent différentes sphères de leur vie quotidienne, en ce y compris des aspects d'importance mineure. Les symptômes physiques, comme une tension musculaire, une hyperexcitation avec irritabilité et troubles de la concentration, sont davantage rapportés que les symptômes autonomiques (tremblements, palpitations, nausées, sécheresse buccale, etc.) (*Diagnostic and Statistical Manual - 4th Edition*, 1994).

L'anxiété sociale peut quant à elle se définir comme l'anxiété expérimentée en situation interpersonnelle, quand des performances sociales sont requises et que le sujet se sent soumis au regard d'autrui, réel ou imaginé,

et à son évaluation négative. Par exemple, les situations requérant de parler en public, de défendre son opinion ou ses droits, de subir une évaluation évoquent chez les personnes souffrant d'anxiété sociale une impression de gaucherie, couplée à la sensation d'être mésestimé par les autres et à une peur de gâcher l'image de sa personne. Une anxiété sociale extrême peut donner naissance à une phobie sociale, une peur intense dont l'individu reconnaît le caractère excessif et irraisonné. Les situations sociales seront donc évitées, et leur exposition provoque de façon quasi systématique une anxiété qui peut prendre la forme d'une attaque de panique. Toutefois, la peur demeure limitée à une ou plusieurs situations sociales ou de performance. Cette limitation à la sphère sociale exclut un diagnostic d'anxiété généralisée, d'attaques de panique ou d'agoraphobie, même si la phobie sociale peut se compliquer de ces derniers symptômes (*Diagnostic and Statistical Manual - 4th Edition*, 1994; Huppert & Foa, 2004; McNally, 1999; Velardi et al., 2006).

Si le DSM distingue la phobie sociale généralisée (où toutes les situations sociales sont problématiques) de la phobie sociale spécifique (n'affectant que l'une ou l'autre situation), il a été proposé que l'anxiété sociale puisse recouvrir deux concepts distincts : une anxiété de performance, et une anxiété relationnelle (Hughes, Heimberg, Coles, Gibb, Liebowitz & Schneier, 2006). L'anxiété de performance concerne la crainte d'effectuer une activité en public, alors que cette même activité (par exemple : écrire, manger, etc.) ne suscite aucune appréhension si elle est réalisée hors du regard d'autrui. En outre, la peur d'une évaluation négative (Mansell & Clark, 1999) peut s'associer à la peur d'une évaluation positive (Weeks, Heimberg, Rodebaugh &

Norton, 2008). Ce type d'anxiété donne lieu à des symptômes de panique et d'hyperexcitation (cf. Modèle tripartite de l'anxiété de Clark & Watson, 1991). Par contre, l'anxiété relationnelle a trait à la peur des interactions interpersonnelles (par exemple : initier et soutenir une conversation avec une ou plusieurs personnes). Dans la mesure où les activités sociales sont normalement associées à des affects positifs, ce type d'anxiété pourrait engendrer une anhédonie et une diminution des affects positifs (Hughes et al., 2006).

Les symptômes cognitifs (hypervigilance, focalisation, hyperconscience de soi et, par voie de conséquence, difficulté de concentration, de mémoire, distorsions cognitives) et comportementaux (inhibition, hyperactivité, conduites d'évitement) sont similaires dans l'anxiété sociale et l'anxiété généralisée, mais les symptômes physiologiques (tensions musculaires, tremblement, sensation d'étouffement, tachycardie, sécheresse de la bouche) se limitent au champ interactionnel dans la phobie sociale, quand ils sont étendus à différentes sphères de la vie quotidienne dans l'anxiété généralisée.

Dans leur forme sous-clinique, ces syndromes peuvent être évalués à l'aide de questionnaires mis au point par différents auteurs. Par exemple, Spielberger, Gorsuch et Lusthene (1983) ont élaboré voici déjà plus de 20 ans un inventaire largement utilisé pour l'auto-évaluation des symptômes relatifs à une anxiété généralisée. Cette échelle, la *Spielberger Trait and State Anxiety Inventory* (STAI), permet de distinguer l'anxiété expérimentée au moment même de la passation du questionnaire (anxiété-état) de l'anxiété ressentie dans la vie de tous les jours (anxiété-trait), correspondant à un trait de

personnalité stable dans le temps (Spielberger et al., 1983). Une anxiété-trait élevée constituerait un indice en faveur d'un état anxieux sous-clinique, et serait associée à des phénomènes de biais émotionnels et cognitifs comparables à ceux observables chez les patients (Mogg, Bradley, de Bono & Painter, 1997; Surcinelli, Codispoti, Montebanocci, Rossi & Baldaro, 2006; Telzer, Mogg, Bradley, Mai, Ernst, Pine & Monk, 2008; Weinstein, 1995).

L'anxiété sociale peut elle aussi s'expérimenter à un niveau non clinique. En effet, de nombreuses personnes sont sensibles à l'anxiété sociale sans développer de phobie associée, et différents questionnaires permettent d'évaluer cette tendance. Par exemple, Watson et Friend (1969) ont développé le *Fear of Negative Evaluation* (FNE) qui permet de déceler l'anxiété sociale trait. Cependant, cette échelle met l'accent sur les composantes cognitives de l'anxiété sociale, et ne permet pas de contrôler l'évitement caractéristique de la phobie sociale. Par conséquent, l'échelle de Liebowitz (1987, voir aussi Bouvard & Cottraux, 2005; Yao, Note, Fanget, Albuissou, Bouvard, Jalenques & Cottraux, 1999) a été proposée comme constituant une meilleure mesure des tendances phobiques sociales, dans la mesure où cet inventaire évalue à la fois l'anxiété évoquée par différentes situations sociales et l'évitement opéré par le sujet à leur rencontre⁸. Cependant, malgré cette nuance, Leary et Kowalski

⁸ Dans les populations cliniques, cet inventaire permet notamment de distinguer les patients rencontrant les critères d'un diagnostic d'anxiété sociale (pour des scores supérieurs à 30) et ceux présentant une phobie sociale généralisée (Mennin, Fresco, Heimberg, Schneier, Davies & Liebowitz, 2002).

(1995) ont suggéré que la phobie sociale et l'anxiété sociale en tant que trait doivent être considérées comme appartenant au même continuum plutôt que comme deux entités qualitativement différentes. Cela peut expliquer que des résultats comparables aient été rapportés dans des populations cliniques et sous-cliniques quant aux biais attentionnels envers les émotions.

3. Corrélats cérébraux de l'anxiété

Les corrélats cérébraux des états anxieux ont été très largement explorés ces dernières décennies. Les recherches sur la modélisation cérébrale de l'anxiété ont décrit l'implication d'un réseau cérébral distribué incluant l'amygdale, le thalamus, le cortex entorhinal, le cortex insulaire et le cortex cingulaire antérieur (Charney & Deutch, 1996; Chua & Dolan, 2000).

Parmi ces structures, l'amygdale apparaît comme étant directement impliquée dans la surévaluation de la menace caractéristique de l'anxiété. En fait, l'activité de l'amygdale serait modulée par l'anxiété-trait (Etkin, Klemenhagen, Dudman, Rogan, Hen, Kandel & Hirsch, 2004). L'hyperactivité amygdalienne dans les états anxieux conduirait à une perception accrue de la menace et à une hypervigilance attentionnelle (Charney, 2003; Charney & Drevets, 2002; Chua & Dolan, 2000; Davidson, 2002; Etkin & Wager, 2007; Paulus, 2008). Il a également été postulé qu'une modulation de la voie cortico-hippocampique-amygdalienne provoquerait l'hypersensibilité au stress et les réponses à la peur caractéristiques de l'anxiété, le sentiment d'agression et la perte de contrôle affectif (Ressler & Nemeroff, 2000).

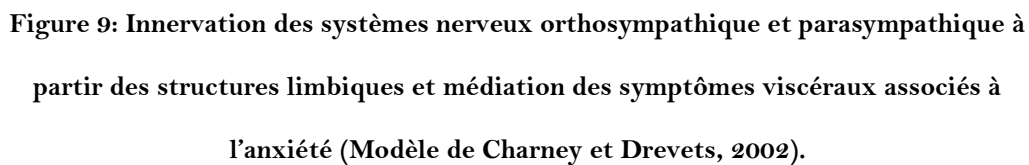
L'amygdale n'est cependant pas la seule structure impliquée dans la genèse et le maintien des troubles anxieux. Le cortex préfrontal a également été étudié comme une des structures centrales dans le traitement émotionnel, et les cortex orbitofrontal et préfrontal ventromédian, par exemple, ont été associés à la capacité de contrôle et d'inhibition des réponses comportementales et émotionnelles, ainsi qu'à l'anticipation des conséquences affectives de nos actes (Charney & Drevets, 2002; Davidson, 2002; Milad & Rauch, 2007). Le dysfonctionnement de ces aires conduirait donc à l'établissement d'une anxiété pathologique en altérant la capacité d'inhiber les ressentis sensoriels et viscéraux, ainsi que les réponses comportementales, émotionnelles et cognitives inadaptées (Charney & Drevets, 2002). De même, le cortex cingulaire postérieur, qui évalue la saillance des stimuli perçus en relation avec le cingulaire antérieur, participe à la genèse des comportements anxieux (Charney & Drevets, 2002). Une étude de Rauch, Savage, Alpert, Fischman et Jenike (1997) a également mis en lumière le rôle fondamental des structures paralimbiques soutenant les comportements anxieux dans les troubles obsessionnels compulsifs, les phobies simples, et le stress post-traumatique.

Une hyperactivité de l'insula a été rapportée comme une caractéristique commune des personnes souffrant d'anxiété sociale et de phobie spécifique (Etkin & Wager, 2007), d'une anxiété-trait élevée, et serait particulièrement impliquée lors de l'anticipation de stimuli aversifs (Simmons, Strigo, Matthews, Paulus & Stein, 2006) et lors du traitement de l'incertitude (Simmons, Matthews, Paulus & Stein, 2008). Or, comme nous l'avons vu dans

le chapitre précédent, l'insula est particulièrement impliquée dans le traitement du dégoût (Krolak-Salmon et al., 2003; Phillips et al., 1998c), et son dysfonctionnement pourrait perturber le traitement cognitif de cette émotion chez les individus anxieux. Ce point sera abordé plus loin dans cet exposé. En outre, l'hyperactivité de cette structure, dont l'implication dans la communication interpersonnelle a été décrite (Habib, 2000), peut également intervenir dans le développement et le maintien des troubles anxieux.

Une complexification du modèle de Chua et Dolan (Figure 7, p.41) a été proposée par Charney et Drevets (2002) dans le but d'intégrer le rôle des systèmes nerveux orthosympathique et parasympathique dans la production des différents symptômes associés à l'anxiété. Ce modèle, représenté par la Figure 9 ci-contre, montre les projections de l'amygdale sur différentes structures qui vont provoquer les signes et réactions en réponse à une menace perçue.

Par exemple, l'activation du striatum engendre une cessation de l'exploration comportementale, alors que le noyau périaqueducal latéral active le système nerveux sympathique responsable des réponses comportementales de fuite ou d'affrontement. Ce même système évoque les réponses liées à la peur, comme des sudations, une tachycardie ou une augmentation de la pression sanguine, via l'activation de l'hypothalamus latéral. En contrepartie, le système parasympathique va provoquer des réponses de bradycardie et d'autres symptômes physiques. Ce modèle met donc l'accent sur la complexité des réponses engendrées par une situation de peur, et la mise en jeu de



85

1983), qui ont été respectivement associées à une suractivation de l'amygdale et à une hypoactivation préfrontale (Bishop, 2007).

4. Approches cognitives de l'anxiété

Ainsi que nous l'avons évoqué dans le point précédent, les structures cérébrales impliquées dans le traitement de la peur et la génération de l'anxiété sont en grande partie communes, et l'amygdale se révèle une structure clé dans la mesure où son implication dans la genèse des comportements de peur la place au centre des modèles cognitifs de l'anxiété (Charney & Drevets, 2002; Chua & Dolan, 2000). A côté des modèles neuroanatomiques, des processus cognitifs particuliers ont également été impliqués dans la production de comportements anxieux, notamment l'anticipation, l'interprétation et la remémoration des éléments inducteurs d'anxiété et de peur (MacLeod, 1999). Le processus cognitif d'attention joue donc un rôle prédominant dans le maintien et la persistance de l'anxiété, mais avec des implications différentes dans l'anxiété générale et sociale. Nous allons donc envisager les modèles esquissés pour ces deux désordres, avant de nous pencher sur des modèles intégratifs mettant en avant le rôle des réseaux attentionnels.

4.1. Anxiété générale et anxiété trait

Beck et Clark (1997) ont développé un modèle du traitement de l'information dans l'anxiété distinguant 3 étapes qui impliquent différents niveaux d'automatisme, allant de processus automatiques, involontaires et précoces, à d'autres, contrôlés, stratégiques et élaboratifs (voir Figure 10).

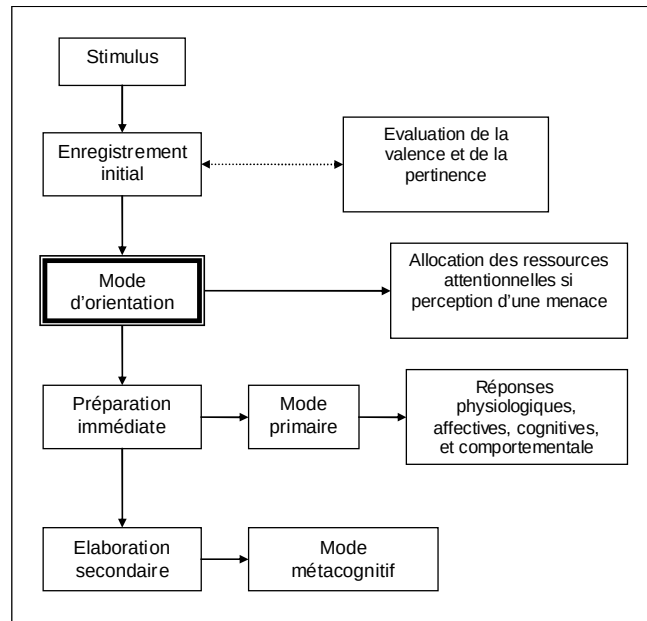


Figure 10 : Modèle du traitement de l'information de Beck et Clark

(adapté de Douilliez, 2005).

Le premier niveau, d'enregistrement initial du stimulus, implique une détection automatique de la valence ou de la pertinence personnelle du stimulus, et donne lieu à un processus d'orientation. A l'origine, celui-ci peut être défini comme un système de détection précoce, davantage guidé par les propriétés du stimulus que par une quelconque influence top-down d'un niveau conceptuel. Son objectif vise à diriger préférentiellement les ressources attentionnelles envers un stimulus jugé menaçant, dans un but adaptatif de détection et de réaction à la menace. L'anxiété modifie ce processus d'orientation dans le sens d'une hypersensibilité aux stimuli négatifs, qui aboutit à un traitement préattentif des stimuli menaçants (ce point sera spécifiquement abordé dans la suite de cet exposé et dans le chapitre suivant).

La seconde étape, de préparation immédiate, implique l'activation d'un mode dit « primal », déclenchant une série de réponses physiologiques,

affectives, cognitives, et comportementales. Le mode primaire le plus pertinent dans l'anxiété, baptisé « mode menace » par Beck et Clark, cherche à maximiser la sécurité et à minimiser le danger. A la suite de cette orientation basique, le mode primaire tend à devenir rigide, inflexible et réflexif. Les réponses primaires suivantes peuvent être mises en évidence dans l'anxiété : 1) éveil autonome et préparation de comportements défensifs, fuite ou affrontement ; 2) mobilisation comportementale et inhibition, fuite ou évitement dans le but de réduire le risque ; 3) pensées primaires centrées sur le stimulus menaçant, pensées involontaires et images impliquant le danger supposé ; 4) sensation de peur ; et 5) hypervigilance envers les indices de menace. Une fois activé, ce mode capture donc les ressources attentionnelles de traitement de l'information et réduit la possibilité de considérations secondaires plus réfléchies.

La dernière étape, enfin, est dite « d'élaboration secondaire » et se caractérise par une activation d'ordre sémantique et de schémas de pensées. Il s'agit d'une étape de métacognition, consciente et explicite, lors de laquelle les individus évaluent la disponibilité et l'efficacité de leurs réponses. L'inquiétude excessive expérimentée par les individus anxieux serait rattachée à cette étape.

A la suite de ce modèle, deux types de modélisations du traitement de l'information menaçante dans l'anxiété ont été proposées. La première catégorie de modèles propose une orientation attentionnelle biaisée vers la menace (Williams, Watts, MacLeod & Mathews, 1988; Williams et al., 1997): quand la valeur menaçante d'un stimulus augmente, une anxiété-trait élevée conduirait à orienter l'attention vers la menace dans les étapes précoces,

inconscientes et automatiques, du traitement, alors qu'une anxiété-trait faible conduirait à l'éviter. Ces modèles et d'autres à leur suite (Amir, Foa & Coles, 1998; Mogg et al., 1997) postulent que l'anxiété conduit à orienter l'attention vers la menace dans les étapes initiales du traitement, mais également à l'en détourner lors des étapes plus tardives, mettant l'accent sur le rôle de la temporalité du biais. En outre, ces modèles prédisent que les sujets non anxieux ne seront pas biaisés dans leur orientation attentionnelle envers la menace, ce qui va à l'encontre des observations comportementales de biais envers la menace dans les populations contrôles (voir chapitre 1).

Un second groupe de modèles implique davantage les fonctions d'évaluation de la menace dans l'orientation attentionnelle (Mathews & Mackintosh, 2000; Mogg & Bradley, 1998; Mogg et al., 2000a). Selon ceux-ci, les individus, qu'ils rapportent une anxiété élevée ou faible, dirigent leur attention *loin* des stimuli de valeur menaçante faible, et *vers* les stimuli de valeur menaçante élevée, ce qui implique un shift attentionnel à partir d'un certain seuil de menace subjectivement ressentie. L'influence de l'anxiété se marquerait pour les stimuli modérément menaçants, qui évoqueraient une orientation attentionnelle accrue dans les états anxieux. Ces modèles mettent donc l'accent sur un biais évaluatif envers les émotions, alors que le groupe précédent insistait sur un biais attentionnel. En conséquence, une dissociation attention/évaluation est envisageable, mais il est également possible que les individus anxieux ne surévaluent pas consciemment la charge menaçante d'un stimulus donné, mais orientent leur attention vers des valeurs menaçantes moindres (Wilson & MacLeod, 2003). Cette dernière notion recouvre l'idée

d'un biais interprétatif (Huppert & Foa, 2004; MacLeod, 1999; MacLeod, Campbell, Rutherford & Wilson, 2004).

En fait, le modèle de Mogg et Bradley (1998), dit cognitif-motivationnel, met en jeu deux facteurs essentiels que sont la valence émotionnelle et l'engagement vers un but. Ce modèle permet notamment de différencier la dépression de l'anxiété. Ainsi, dépression et anxiété se caractérisent par l'attribution d'une valence négative à l'environnement. Par contre, si la dépression se définit par un désengagement des buts externes avec focalisation sur la vie interne, l'anxiété aboutit à un engagement vers l'extérieur. Cette conception peut sembler en opposition avec les modèles rapportant une centration sur les sensations internes dans l'anxiété sociale (par exemple modèles de Clark & Wells, 1995; Rapee & Heimberg, 1997), mais l'engagement vers le monde extérieur décrit dans ce modèle doit s'entendre comme la détection facilitée des menaces perçues et la mise en œuvre de comportements visant à les contrer.

4.2. Anxiété sociale

La compréhension des phénomènes à l'œuvre dans l'anxiété sociale s'appuie sur deux modélisations théoriques essentielles, proposées dans les années 1990. Ces modèles ont en commun d'avoir mis l'accent sur le rôle central des processus attentionnels dans la maintenance de l'anxiété sociale. Premièrement, le modèle de Clark et Wells, présenté en 1995, a insisté sur l'attention autocentrée comme le point fondamental de la *génération* de l'anxiété et de l'altération des performances sociales. Le modèle de Rapee et

Heimberg, élaboré en 1997, suggère quant à lui que l'attention autocentrée est cruciale dans le *maintien* de l'anxiété, mais en pointant le rôle de la vigilance envers les stimuli évoquant une menace sociale, et plus précisément une évaluation négative potentielle, dans l'environnement.

a. Modèle de Clark et Wells

Clark et Wells (1995) ont proposé un modèle de compréhension des processus cognitifs impliqués lors des interactions sociales vécues par les sujets souffrant d'anxiété sociale. Dans de telles situations, ces sujets activent une série de croyances dysfonctionnelles à propos d'eux-mêmes et de la manière dont ils sont perçus, qui les poussent à évaluer ces situations sociales comme représentant un danger. L'anxiété est engendrée par cette évaluation négative, et donne lieu à des symptômes somatiques et cognitifs, comme le montre la Figure 11 ci-dessous.

Un élément important de ce modèle est de proposer un déplacement dans le focus attentionnel des phobiques sociaux en situation anxiogène. En effet, après une attraction initiale, l'attention est détournée des éléments extérieurs au profit d'une centration sur eux-mêmes en tant qu'objet social, dans le sens d'une vigilance suivie d'un évitement (*vigilance-avoidance theory*). Cette focalisation sur leur personne les pousse à une conscience extrême de leurs sensations et à la construction d'une image de soi telle que perçue par les autres, qui amplifie le malaise social par son aspect négatif.

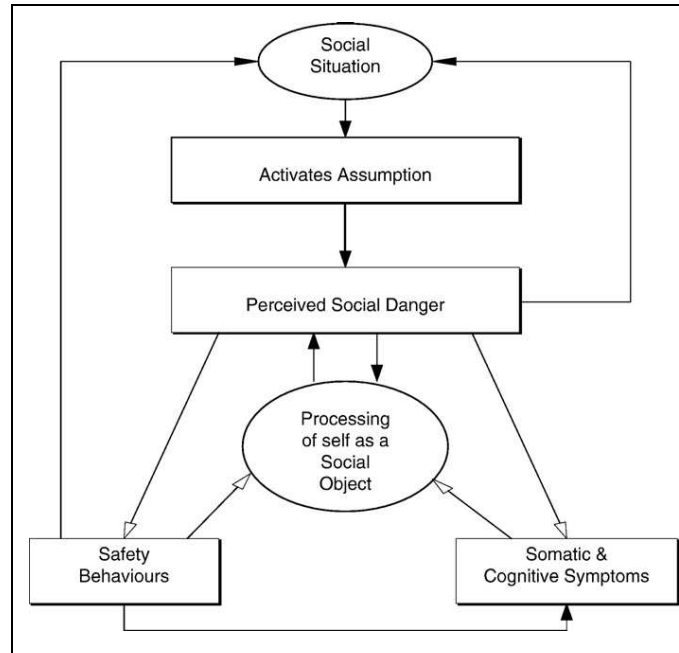


Figure 11 : Modèle cognitif et comportemental des interactions sociales dans l'anxiété sociale selon Clark et Wells (illustration : Schultz & Heimberg, 2008).

D'autre part, avant d'entrer en situation interpersonnelle, les individus souffrant de phobie sociale s'engagent dans un processus altéré du traitement de l'information : ils récupèrent de manière sélective des souvenirs négatifs à propos d'eux-mêmes et de leurs expériences passées, qui les poussent à élaborer des prédictions négatives quant à leurs performances et à prêter davantage d'attention à leurs aspects négatifs. Au sortir de la situation interpersonnelle, les sujets vont revisiter les événements avec un sur-intérêt pour les perceptions négatives, renforçant ainsi leurs croyances dysfonctionnelles. Ce modèle s'élabore donc autour d'un cercle vicieux imbriquant croyances dysfonctionnelles, attention accrue envers les sensations perçues et les aspects négatifs des interactions, et remémoration accentuée de celles-ci. Cette modélisation n'est pas sans rappeler le modèle de Barlow

(1988), qui définissait lui aussi trois types de mécanismes cognitifs imbriqués dans l'établissement d'un cercle vicieux d'appréhension anxieuse : 1) des processus attentionnels, 2) des attentes d'auto-efficacité, et 3) des pensées automatiques et schémas cognitifs.

b. Modèle de Rapee et Heimberg (1997)

Si le modèle de Clark et Wells insiste sur les représentations internes et sur un retour de l'attention sur le sujet, il n'inclut pas de composant permettant de prédire les biais attentionnels envers des indices externes, comme par exemple les expressions faciales jugées menaçantes. Or, ces biais attentionnels largement démontrés sont souvent définis comme un élément central de l'anxiété sociale et générale.

En réponse à cette limite, Rapee et Heimberg (1997) ont également modélisé le phénomène d'anxiété sociale. Comme illustré par la Figure 12 ci-dessous, leur définition des situations sociales est élargie, dans le sens où toute audience perçue constituerait une menace. En effet, l'anxiété sociale se caractérise, selon ce modèle, par une peur intense d'une évaluation négative, basée sur la croyance que les autres personnes sont forcément critiques. Le modèle de Rapee et Heimberg met l'accent sur une allocation préférentielle des ressources attentionnelles envers les indicateurs externes d'une évaluation négative, liée à une détection accélérée d'une menace sociale. Les individus souffrant d'anxiété sociale détectent donc plus rapidement les indices négatifs, même en présence d'alternatives positives. Par exemple, confrontés à une audience de quatre personnes dont trois sourient et une affiche un air

mécontent, c'est vers cette dernière que l'attention se tournera préférentiellement.

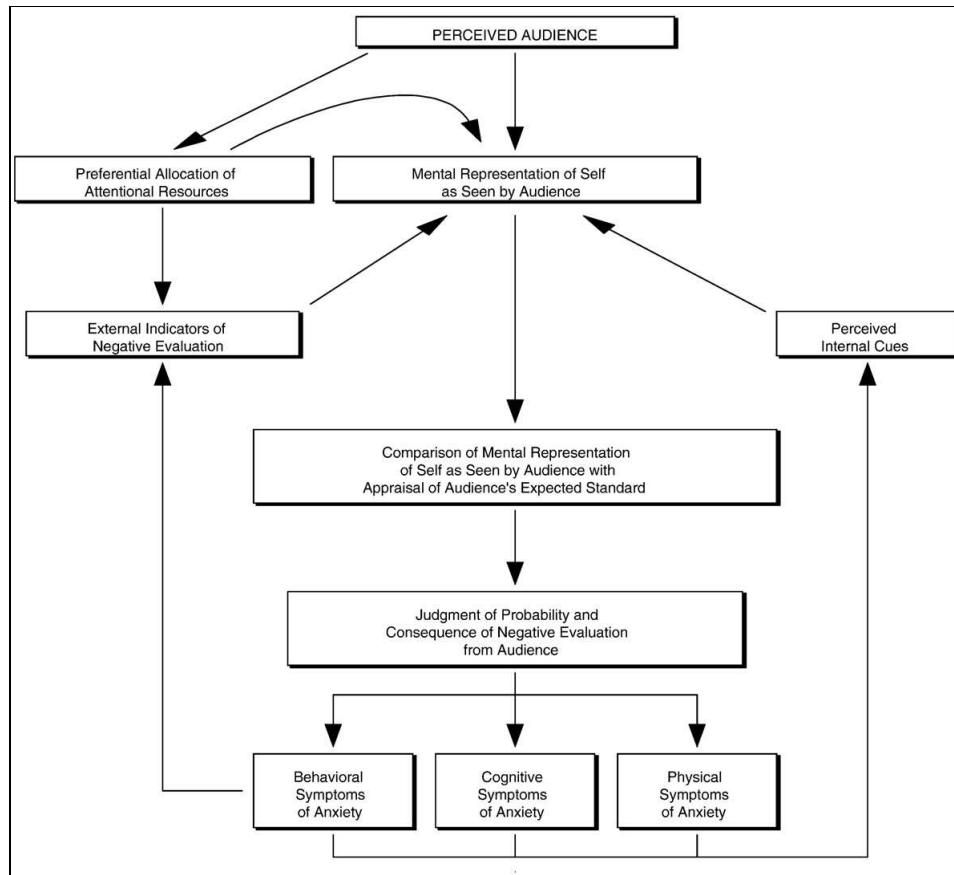


Figure 12 : Modèle cognitif comportemental de la génération et du maintien de l'anxiété sociale selon Rapee et Heimberg (illustration : Schultz & Heimberg, 2008, p.1210).

Comme Clark et Wells, Rapee et Heimberg insistent sur la représentation mentale du soi tel que les autres le perçoivent, sous l'influence d'une perception majorée des sensations internes et des symptômes physiques. Parmi ceux-ci, les plus problématiques sont sans conteste ceux visibles aux yeux d'autrui comme les sudations, tremblements... Ces sujets vont donc

s'engager dans un processus d'évitement subtil, en évitant les contacts oculaires, en réduisant la sonorité de leur voix, etc.

4.3. Modèles intégratifs : Implication des réseaux attentionnels

Les modèles précités ont en commun d'avoir désigné l'hypervigilance attentionnelle comme une caractéristique centrale des états anxieux. L'appréhension anxieuse plus ou moins constante conduit en effet à une hypervigilance dans les situations susceptibles de mettre en jeu l'objet anxiogène. Cette dernière notion d'objet phobogène est importante, car il a été suggéré que les individus anxieux se montrent hypervigilants aux indices de menace spécifiques à leur trouble (par exemple : les visages dans l'anxiété sociale, les araignées dans l'arachnophobie, etc.), alors que les individus non anxieux seraient vigilants à la menace de manière générale (Logan & Goetsch, 1993).

L'attention se focalise donc sur l'environnement extérieur, afin de détecter le danger potentiel, de l'éviter ou d'en réduire l'impact. Cela justifie l'observation d'une attention visuo-spatiale périphérique à vocation d'alerte chez les sujets anxieux, alors que les sujets contrôles tendent à privilégier les stimuli fovéaux (Mialet, 2000). Cependant, comme évoqué dans les modèles présentés ci-dessus, l'émission d'un affect négatif va rediriger l'attention vers le ressenti interne, renforçant par là l'expérimentation d'émotions négatives.

L'orientation vers les stimuli menaçants a été conceptualisée par Bar-Haim et al. (2007), comme représenté par la Figure 13. Ce modèle intégratif, basé à la fois sur les modèles de Williams et al. (1988, 1997) et de Mogg et

Bradley (1998), propose que les individus anxieux produisent des traitements altérés à chacune des quatre étapes ou selon différentes combinaisons de celles-ci.

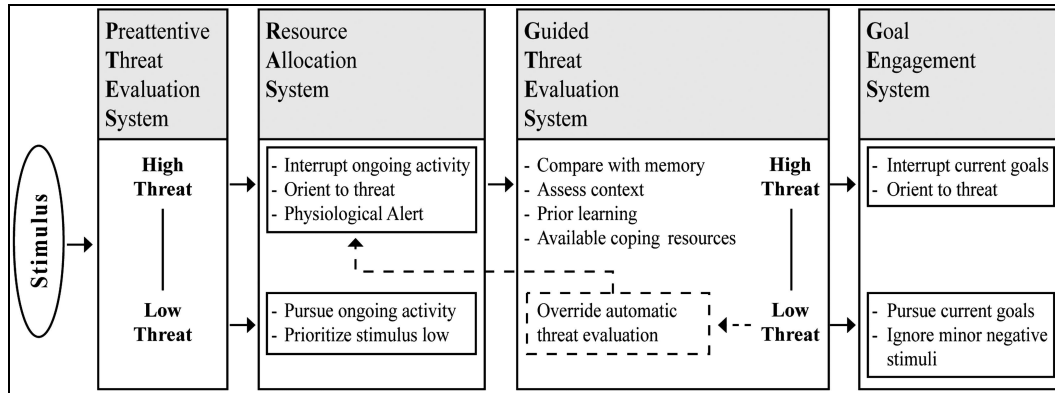


Figure 13 : Modèle des opérations cognitives responsables du traitement de la menace (Bar-Haim et al., 2007, p.17).

Selon ce modèle, un système d'évaluation pré-attentif (PTES) évalue de manière pré-attentive les stimuli de l'environnement comme présentant une menace forte ou faible. Un stimulus jugé comme fortement menaçant est pris en charge par un système d'allocation des ressources (RAS), qui évoque un état d'alerte physiologique, ainsi qu'une interruption des activités en cours au profit d'une orientation vers la menace. Ces effets induisent un traitement stratégique réalisé par le système d'évaluation de la menace (GTES). A cette étape interviennent l'évaluation du contexte d'apparition du stimulus menaçant, la comparaison de la menace actuelle avec les apprentissages antérieurs, et l'examen des ressources disponibles pour y faire face. Si, à l'issue de ce processus, l'évaluation consciente de la menace actuelle est faible, un processus de feed-back neutralise les inputs émanant du PTES et annule l'état d'alerte évoqué par le RAS pour poursuivre les activités en cours. Si au

contraire cette évaluation est élevée, le résultat de cette évaluation guidée corrobore l'état d'alerte générale, et un état d'anxiété élevé est engendré.

Ce modèle conçoit donc les troubles anxieux comme provenant de tendances (1) à évaluer des stimuli bénins comme menaçants, (2) à allouer les ressources attentionnelles à des stimuli évalués comme recouvrant une menace modérée, (3) à évaluer consciemment les signaux d'alerte comme hautement menaçants, même quand le contexte, les apprentissages antérieurs et les ressources indiquent le contraire, et (4) de déficiences dans le processus de neutralisation. En effet, même en ayant conscience de l'aspect irrationnel de l'évaluation de la menace, l'individu ne peut inhiber l'état anxieux résultant.

Selon Bar-Haim et ses collaborateurs, leur modèle pourrait s'appliquer aux différents types de troubles anxieux. Par exemple, l'exposition à une situation sociale évoque chez l'individu souffrant de phobie sociale une peur intense, qui peut être attribuée à un biais dans le PTES, suivi d'une réponse d'alerte du RAS. En outre, la personne reconnaît que sa peur est excessive et déraisonnable, ce qui indique que le GTES fonctionne correctement mais que le mécanisme de neutralisation de l'état d'alerte induit par le RAS ne peut s'exécuter efficacement.

Un modèle s'appuyant sur celui des réseaux attentionnels développé par Posner et ses collaborateurs a été proposé par Avila et Parcet (2002). Ainsi que décrits dans le chapitre 1 (point 1), deux réseaux attentionnels ont été conceptualisés comme gérant les différentes étapes de l'allocation attentionnelle. Premièrement, un réseau postérieur, impliquant le cortex pariétal, le pulvinar et le colliculus supérieur, qui intervient dans l'orientation

attentionnelle et est investigué via le paradigme *dot-probe*, largement décrit dans les pages précédentes. Deuxièmement, un réseau antérieur, incluant le cortex préfrontal médian, le gyrus cingulaire antérieur et l'aire motrice supplémentaire. Ce réseau opèrerait un contrôle hiérarchique sur son homologue postérieur en gérant notamment les interactions entre processus cognitifs et motivationnels. En partant du principe que les indices exogènes évoquent une activation du réseau postérieur alors que les indices endogènes, informatifs, activent le réseau antérieur qui peut prendre l'ascendant, les auteurs élaborent le modèle représenté par la Figure 14.

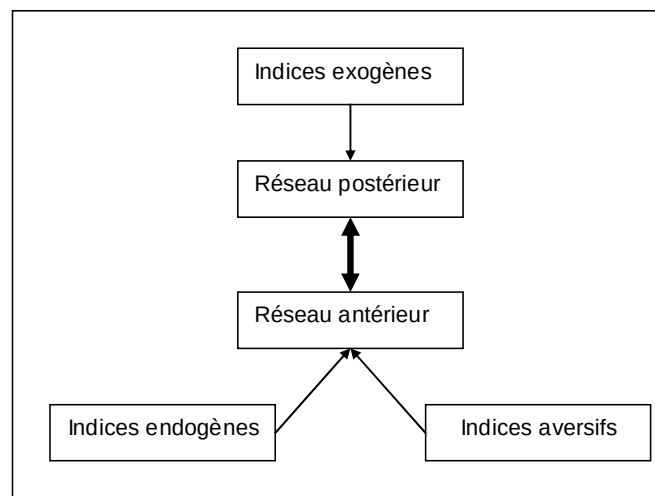


Figure 14 : Modèle explicatif des biais attentionnels dans l'anxiété
(Avila & Parcet, 2002).

Suivant ce modèle, les indices aversifs, tels des mots de valence négative, sont des indices endogènes qui activent le système antérieur, particulièrement chez les sujets anxieux. La mise en œuvre des processus d'orientation de l'attention doit normalement activer le réseau postérieur. Cependant, la gestion cognitive d'une tâche mêlant processus cognitifs et motivationnels,

comme celle requise par une détection de cibles menaçantes, va pousser le réseau antérieur à pendre l'ascendant. Dans ce dernier cas, le réseau antérieur devra gérer deux fonctions qui peuvent interférer entre elles, à savoir le traitement conscient du matériel menaçant, et la tâche d'orientation visuo-spatiale de l'attention. Ce modèle prédit donc l'apparition de biais spécifiques dans l'anxiété, et avance que leur production n'est pas la conséquence d'un fonctionnement déficitaire des structures attentionnelles en elles-mêmes, mais plutôt d'un mode de contrôle différent lié à la double activation d'un même réseau. Cette hypothèse a notamment été confortée par des données montrant une réduction des biais émotionnels chez les sujets anxieux bénéficiant de bonnes capacités de contrôle attentionnel, sous la responsabilité du réseau antérieur (Derryberry & Reed, 2002).

Un intérêt majeur du modèle d'Avila et Parcet est de désigner le domaine de sélection de l'information : les biais seraient essentiellement liés à un manque de contrôle attentionnel. Cependant, l'hyperactivité de structures impliquées dans la perception émotionnelle automatique, comme l'amygdale, met l'accent sur l'importance des processus ascendants. Cette question de la nature perceptive ou motivationnelle des biais attentionnels envers la menace dans les populations contrôles a été abordée dans le chapitre 1 et se pose avec une acuité accrue dans le cas des biais propres aux troubles anxieux.

Un dernier modèle neurocognitif intègre cette notion. Elaboré par Bishop (2007), ce modèle tente de mettre en lien les structures impliquées dans la genèse de l'anxiété et leurs fonctions à un niveau cognitif, en distinguant les influences perceptives et motivationnelles (voir Figure 15).

Selon ce modèle, l'anxiété conduirait à des biais associés à la menace au niveau de l'attention sélective, en amplifiant le signal en provenance de l'amygdale tout en réduisant le contrôle préfrontal. Ainsi que nous l'avons exposé dans le chapitre 1 (point 1), les modèles de l'attention visuo-spatiale distinguent une compétition pour une représentation perceptive initiale et un traitement cognitif subjacent. L'écartement des distracteurs est déterminé à la fois par la capacité de détection des signaux pertinents via l'amygdale et par le contrôle attentionnel garantissant une adéquation à la tâche (voir par exemple Figure 1, page 15). L'hypothèse d'un déséquilibre entre ces mécanismes bottom-up et top-down dans l'anxiété avait déjà fait l'objet d'hypothèses soulignant le rôle du contrôle attentionnel et de l'inhibition cognitive (Eysenck & Calvo, 1992; Eysenck, Derakshan, Santos & Calvo, 2007).

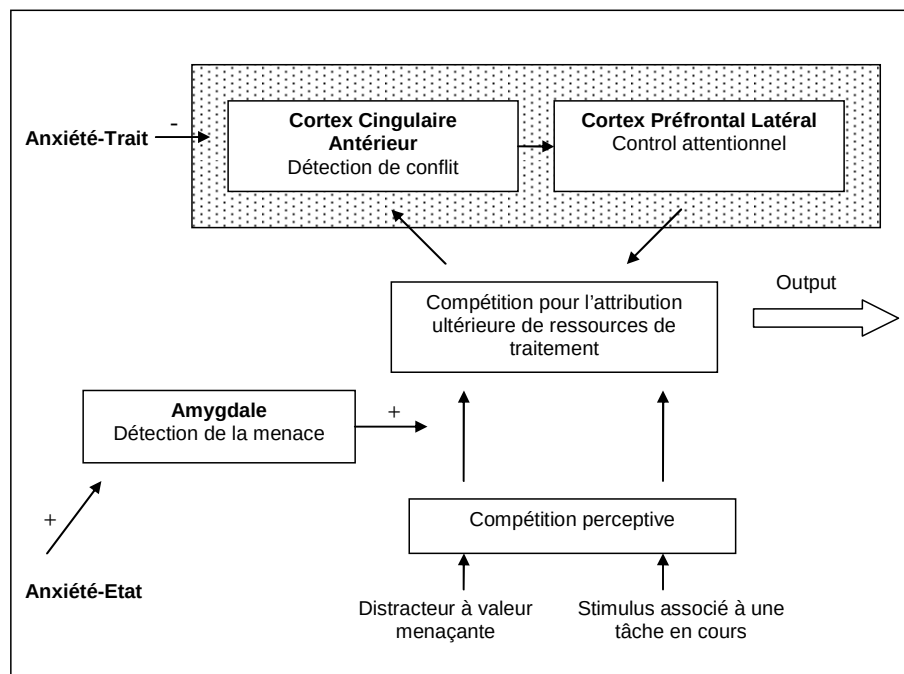


Figure 15 : Modèle neurocognitif des biais d'attention sélective dans l'anxiété (Bishop, 2007).

Finalement, une anxiété-état élevée provoquerait une suractivation de l'amygdale et donc une détection accrue de la menace, alors que l'anxiété trait diminuerait le contrôle préfrontal et donc la possibilité de maintenir activement les stimuli distracteurs hors du champ cognitif (Bishop, Jenkins & Lawrence, 2007).

La validation de ce modèle nécessite toutefois, comme mentionné par Schirmer et Escoffier (In Press), la démonstration de modulations perceptives associées à l'anxiété état par rapport à l'anxiété trait qui engendrerait des modulations plus tardives. Les méthodes d'imagerie, peu précises sur le plan de la temporalité des phénomènes, ne peuvent cependant apporter cette confirmation expérimentale. Cette mention réaffirme l'intérêt de l'électrophysiologie dans l'étude des phénomènes attentionnels dans l'anxiété.

5. Biais envers les émotions dans l'anxiété

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 1, la détection des stimuli menaçants dans l'environnement apparaît comme un mécanisme hautement adaptatif. Des mécanismes neuraux se sont spécialisés dans la détection automatique des dangers, permettant la survie individuelle. La peur est donc un héritage phylogénétique, et une série de stimuli l'évoque pertinemment. La vue d'un serpent, par exemple, doit automatiquement évoquer un sentiment de danger, afin de fournir la meilleure réponse comportementale possible : la fuite dans le cas présent (Öhman, 2008).

Dans les troubles anxieux toutefois, ces mécanismes d'orientation vers la menace dysfonctionnent. L'attention est captée par des stimuli de valeur

menaçante moyenne ou faible. Cette captation attentionnelle interfère avec la réalisation des tâches cognitives, pouvant induire des ralentissements ou affecter les performances (Engels et al., 2007).

Les modèles cognitifs envisagés dans le point précédent ont postulé un rôle de l'évaluation initiale de la menace et de l'orientation vers cette menace. Les biais envers la menace dans l'anxiété sont en effet essentiellement conceptualisés comme involontaires et inconscients (Mansell, 2000). Cependant, le rôle du maintien stratégique de l'attention vers la menace a également été abordé. Il est en effet envisageable qu'une fois captée par la menace, l'attention ne puisse s'en dégager rapidement, même quand sa valeur menaçante est consciemment évaluée comme faible. Cette dernière mention met l'accent sur le rôle de l'évaluation émotionnelle consciente dans la constitution des biais émotionnels (Bar-Haim et al., 2007; Mansell, 2000).

MacLeod, Mathews et Tata (1986) sont les premiers à avoir développé l'adaptation de la tâche d'orientation de l'attention afin de mesurer si l'attention de patients souffrant d'anxiété généralisée se fixe préférentiellement sur des stimuli de valence neutre ou menaçante. Leur observation d'une détection accélérée des cibles succédant à la localisation d'un mot menaçant a été interprétée comme le signe d'une orientation initiale de l'attention vers la menace. Par la suite, les tâches de type *dot-probe*, utilisant du matériel écrit ou pictural, se sont multipliées en vue de valider les modèles théoriques et d'appréhender ces biais, notamment en dégageant le rôle des processus d'engagement et de désengagement de l'attention. Plusieurs études ont postulé un engagement facilité en démontrant des réponses plus rapides

aux cibles succédant aux mots évoquant une menace (Asmundson & Stein, 1994; Mogg et al., 1997; Musa, Lepine, Clark, Mansell & Ehlers, 2003). En parallèle, certaines études rapportent que l'anxiété trait s'associe à un désengagement facilité de la menace (Broomfield & Turpin, 2005), alors que d'autres montrent au contraire une préservation des capacités d'engagement mais un désengagement complexifié (Salemink, van den Hout & Kindt, 2007b). Finalement, d'autres données soutiennent le modèle de vigilance-évitement (Amir et al., 1998; Vassilipoulos, 2005) en montrant que la vigilance initiale envers les mots impliquant une menace serait suivie d'un évitement ultérieur (Vassilipoulos, 2005). Evidemment, ces résultats équivoques ne permettent pas d'établir de conclusions quant aux mécanismes impliqués.

Cependant, la présentation de mots émotionnels implique des traitements sémantiques qui complexifient l'identification du biais comme étant préattentionnel. Les images (et en particulier les visages) induiraient par contre des traitements plus automatiques (Beall & Herbert, 2008), permettant une meilleure appréhension des modulations attentionnelles. L'utilisation de scènes visuelles (par exemple issues de l'*International Affective Picture System*, IAPS, Lang, Bradley & Cuthbert, 1999) a montré que la visualisation de scènes menaçantes induit un ralentissement des capacités de désengagement visuo-spatial chez les individus anxieux, aboutissant à un délai de traitement accru après des indices menaçants (Koster, Crombez, Verschuere & De Houwer, 2004; Yiend & Mathews, 2001).

L'utilisation d'images émotionnelles a toutefois donné lieu à des résultats tout aussi ambigus. En effet, les délais de réponses rapportés peuvent être

attribuables à une orientation et un engagement facilités envers la menace, mais également à un désengagement retardé, à un évitement attentionnel, ou à une combinaison de ces facteurs (Koster, Crombez, Verschuere, Van Damme & Wiersema, 2006). En outre, les durées de présentation des stimuli et les intervalles entre la présentation de l'indice et de la cible peuvent induire des mouvements attentionnels dont l'expression comportementale est difficilement appréhendable (Koster et al., 2006; Koster, Verschuere, Crombez & Van Damme, 2005). Ces limitations mettent l'accent sur le rôle potentiel de l'électrophysiologie. Ce point sera abordé dans le chapitre suivant.

6. Corrélats cognitifs et cérébraux de l'anxiété : Résumé et

hypothèses liées la perception des EFE

Ce chapitre nous a permis d'aborder les modélisations de l'anxiété générale et sociale, en insistant sur les dysfonctionnements neuraux associés à ces états et sur la modulation des opérations cognitives liée à l'appréhension de l'environnement.

Nous l'avons vu, l'anxiété se caractérise par un sentiment d'insécurité majeur, qui affecte le domaine des performances sociales dans l'anxiété sociale pour s'étendre à toutes les sphères de la vie quotidienne dans l'anxiété générale. Plus particulièrement, l'anxiété induit une hypervigilance aux indices de l'environnement évoquant une quelconque menace pour l'individu anxieux. Cette hypervigilance pourrait être sous-tendue par un manque de contrôle (1) de l'amygdale quant à la sélection des stimulations

environnements pertinents, et (2) du cortex préfrontal gérant ce processus de sélection en guidant l'attention selon les buts poursuivis.

Or, le chapitre 1 nous a démontré le rôle majeur joué par ces structures dans le traitement émotionnel en général, et dans la perception des visages émotionnels en particulier. L'anxiété, qui se définit populairement comme un déficit de la gestion émotionnelle, se pose donc surtout comme un trouble caractérisé par une perception émotionnelle altérée. Evidemment, si la perception des émotions est affectée, les réponses fournies par les individus anxieux le seront également. Ces réponses inadéquates, exagérées, pourront secondairement renforcer l'anxiété ressentie, donnant naissance à un cercle vicieux. La problématique de l'inhibition pourrait être centrale dans les troubles anxieux, l'anxiété conduisant à une incapacité d'inhiber 1) un sentiment de peur ressenti sans raison, 2) le traitement de stimuli non-pertinents, 3) la production de réponses excessives...

Cependant, la question de savoir si ces déficits sont par nature associés à des modulations perceptives, attentionnelles ou stratégiques, n'a pu être résolue. Certaines études ont suggéré que l'anxiété pourrait être associée à une hypervigilance précoce vers la menace qui serait dans un second temps évitée, mettant l'accent sur des processus attentionnels et stratégiques. D'autres ont insisté sur un déficit perceptif initial qui contaminerait l'entièreté du traitement cognitif subséquent. Mais l'examen de temps de réponse ne suffit pas à établir un modèle du déroulement des opérations cognitives, pas plus que l'observation d'une activité cérébrale modulée.

Après s'être posé la question des processus impliqués dans les biais de traitement et de leurs bases neuroanatomiques, nous allons à présent aborder la question des stimuli à la source des biais émotionnels les plus nets. En effet, nous avons vu que l'hypervigilance anxieuse affecte tous les types de stimuli entrants. Cependant, la nature même de la menace ressentie affectera nécessairement les stimuli qui feront l'objet d'un traitement accru. Or, la menace est exclusivement d'ordre social dans l'anxiété sociale, mais l'anxiété générale conduira également à une hypervigilance aux indications de menace interpersonnelles, incluses dans un contexte de vigilance généralisée. Dans ces deux cas, les expressions faciales émotionnelles constitueront des indices particulièrement pertinents à traiter. Dans les deux cas en effet, les individus anxieux seront confrontés au challenge de décoder efficacement l'expression émotionnelle d'un interlocuteur, de lui allouer une signification exacte, et d'y réagir adéquatement. Cependant, le succès de ces étapes passe nécessairement par une perception correcte de ces EFE. Si celles-ci sont mal perçues, ou si une attention démesurée leur est portée, la suite du traitement en pâtira, et ce phénomène renforcera l'anxiété.

En conséquence, le chapitre suivant se centrera sur le point central de notre travail, nous nous focaliserons sur le traitement des EFE et nous montrerons comment les fonctions attentionnelles viennent moduler leur perception sous l'influence de l'anxiété.

Chapitre 3 :

Traitements des EFE

dans les troubles anxieux

Ce chapitre constitue une synthèse complétée et mise à jour de trois chapitres

théoriques publiés (Rossignol, 2008; Rossignol & Campanella, 2006;

Rossignol & Maurage, 2008)

“If I knew what I was so anxious about, I wouldn't be so anxious”.

Mignon McLaughlin

Ainsi que nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la perturbation du traitement des EFE par la présence d'anxiété est probable sur un plan conceptuel. En effet, si les personnes anxieuses sont hypervigilantes à la présence d'indications de menace dans leur environnement, elles seront également particulièrement sensibles aux indices de menaces interpersonnelles présentés via les EFE. Les sujets anxieux devraient donc discerner ces indices plus rapidement, et plus intensément.

L'hyperactivité d'une structure comme l'amygdale, connue pour gérer la prise en compte des stimuli associés à une menace et plus précisément les EFE de peur, en constitue un premier indice. D'autres structures, impliquées dans les modèles de reconnaissance des émotions présentés supra, sont également hyperactives ou dysfonctionnelles dans les états anxieux, comme suggérés par les modèles de Chua et Dolan (2000) ou Charney et Drevets (2002), et conduisent à postuler une altération effective de la perception émotionnelle dans les états anxieux.

De plus, certains types d'anxiété devraient donner lieu à des biais de perception plus aigus. Cela devrait notamment être le cas de l'anxiété généralisée, caractérisée par une extrême sensibilité aux événements extérieurs (Mogg & Bradley, 1998), et à plus forte raison de la phobie sociale, qui concerne la peur des situations sociales en général, et plus spécifiquement celles soumettant l'individu au jugement d'autrui (Marcin & Nemeroff, 2003).

Par conséquent, nous allons envisager les données comportementales, neuroanatomiques et neurophysiologiques ayant établi un biais dans le traitement des expressions faciales dans les troubles anxieux, en insistant sur les modélisations théoriques relatives à l'origine de ces biais au niveau cognitif, et sur les challenges actuels de ce champ de recherche.

1. Données comportementales

Un grand nombre d'études conduites durant ces vingt dernières années ont confirmé que l'anxiété sociale et l'anxiété générale se caractérisent par une vigilance accrue à la présence d'expressions négatives sur les visages, et ce même dans des populations sous-cliniques (Fox et al., 2005; Mogg & Bradley, 2003; Mogg et al., 1997; Mogg, Philippot & Bradley, 2004). Ces études se sont usuellement centrées sur la perception des expressions de peur et de colère, par l'adaptation de paradigmes comportementaux classiques tels que la détection de cibles ou la recherche visuelle. Elles démontrent globalement que les sujets anxieux font preuve d'une orientation attentionnelle accélérée envers les visages menaçants et sont plus diligents pour détecter des cibles succédant à des visages menaçants plutôt que neutres (Fox, 2002; Fox et al., 2005; Gilboa-Schechtman, Foa & Amir, 1999; Gilboa-Schechtman, Presburger, Marom & Hermesh, 2005; Mogg & Bradley, 2002; Mogg et al., 2004).

Des paradigmes différents ont cependant conduit à ces observations, et dans la mesure où des processus disparates peuvent intervenir selon la nature

de la tâche, il importe de resituer ces observations dans un cadre théorique adéquat et en les distinguant selon le type d'anxiété approché.

1.1. Anxiété générale

Plusieurs séries d'études se sont appuyées sur le paradigme *dot-probe*, issu de l'adaptation de MacLeod et al. (1986) du paradigme mis au point par l'équipe de Posner dans les années 70. Si l'adaptation de MacLeod et ses collaborateurs prévoyait la présentation de mots émotionnels en tant qu'indice, les études testant la vigilance des sujets anxieux aux EFE ont quant à elles utilisé le paradigme suivant : des paires de visages (le plus souvent constituées d'un visage neutre et d'un visage émotionnel, menaçant ou souriant) sont présentées durant quelques centaines de millisecondes au centre d'un écran. Après leur disparition, une cible (selon les études, un point, une flèche, une lettre, etc.) apparaît dans une des deux localisations. A l'instar des tâches attentionnelles classiques, le sujet doit détecter cette cible le plus rapidement possible, et fournir une réponse motrice.

Les études classiques sur des sujets contrôles ont montré des réponses plus rapides lorsque la cible apparaît dans la localisation « attendue », donc celle où se situait préalablement l'indice (voir chapitre 1). L'adaptation de cette tâche avec les sujets souffrant d'anxiété sociale postule que, si les individus anxieux sont plus vigilants aux indices de menace, ils devraient répondre plus rapidement lorsque la cible apparaît à la suite d'un visage menaçant, plutôt qu'à la suite d'un visage neutre ou souriant. Différentes études ont vérifié cette hypothèse, tant pour les EFE de peur que de colère, et tant dans les

populations cliniques que sous-cliniques (Bradley, Mogg, Falla & Hamilton, 1998; Fox, 2002; MacLeod, Mathews & Tata, 1986; Mogg, Millar & Bradley, 2000b, voir aussi Mogg & Bradley, 1998 pour une revue). Cette hypervigilance serait en outre déjà présente chez les enfants souffrant d'anxiété généralisée, en lien avec la sévérité de l'anxiété et la présence d'une phobie sociale (Waters, Mogg, Bradley & Pine, 2008).

En fait, il apparaît que les sujets souffrant d'anxiété voient leur attention captée par des stimuli de valeur menaçante moindre, comme suggéré par les modèles de Mathews et Mackintosh (1998) ou Mogg et Bradley (1998). En effet, lorsque des visages exprimant une menace d'intensité croissante (obtenus via une technique de morphing facial) sont présentés à des participants rapportant une anxiété-trait élevée ou faible, seuls les individus anxieux présentent un biais de vigilance envers les stimuli de valeur menaçante moyenne (Wilson & MacLeod, 2003). En outre, cette étude démontre que les cibles apparaissant dans le voisinage de visages de valeur menaçante moyenne ou faible sont détectées moins rapidement, ce qui démontre un évitement général de ces stimuli. Par contre, un pattern inverse de réponses accélérées était observé pour les stimuli de valeur menaçante élevée, indiquant une vigilance envers ceux-ci. Ces données confirment donc les modèles d'une attribution émotionnelle biaisée dans l'anxiété (Wilson & MacLeod, 2003).

Certains résultats suggèrent un double mouvement dans le traitement des visages menaçants, se caractérisant par une attraction initiale suivi d'un évitement des stimuli. En comparant deux temps de présentations des visages

(500 et 1250ms), Mogg et ses collaborateurs (Mogg & Bradley, 1999b; Mogg et al., 2000b) ont mis en évidence une vigilance accrue pour les visages menaçants par rapport aux visages neutres ou souriants, mais seulement pour la durée d'exposition la plus brève. Ce même phénomène d'un biais attentionnel pour les stimuli présentés durant 500ms mais d'un évitement quand la durée d'exposition était de 1250ms a été répliqué pour des scènes émotionnelles (Koster et al., 2005).

L'idée d'un biais attentionnel pour les indices présentés durant 500ms a cependant été remise en cause par Cooper et Langton (2006) quand ces auteurs ont démontré un biais attentionnel pour les visages les plus négatifs (exprimant la colère ou la neutralité dans des paires neutre-colère et neutre-joie) pour des temps de présentation de 100ms, mais un pattern inversé pour une présentation de 500ms. Ces résultats soulignent l'importance du temps de présentation des stimuli et confortent la théorie de vigilance-évitement, impliquant que les sujets anxieux commencent par diriger leur attention vers les stimuli pertinents et s'en détournent dans un second temps. Ce pattern peut notamment justifier qu'aucun biais ne soit observable pour des stimuli présentés longtemps et/ou requérant une évaluation consciente.

Cependant, une vigilance initiale impliquerait que les stimuli menaçants puissent être détectés plus rapidement et plus efficacement. A l'encontre de ce postulat, le paradigme de recherche visuelle a suggéré que le biais de détection de la menace ne serait pas accru en fonction de l'anxiété-trait. En effet, les individus rapportant une anxiété sous-clinique détectent les stimuli menaçants plus rapidement que les stimuli positifs, mais la magnitude de ce biais de

détection est similaire à ce qui est observé dans les populations contrôles (Fox et al., 2000).

En résumé, il a été postulé que l'anxiété puisse être caractérisée par une attention accrue envers les stimuli menaçants. Cependant, les études n'ont pu départager avec certitude les modèles postulant un engagement précoce ou un évitement tardif. En outre, certaines études n'ont pas réussi à mettre en évidence un accroissement du biais de détection de la menace dans les populations anxieuses, ce qui souligne l'intérêt de pouvoir départager les processus d'engagement, de désengagement et d'évitement de la menace (voir Figure 3, page 25).

1.2. Anxiété sociale

L'ambiguïté des résultats rapportés quant à l'orientation du biais attentionnel envers les visages dans l'anxiété sociale a été soulignée par de nombreux auteurs (Coles, Heimberg & Schofield, 2008; Pineles & Mineka, 2005; Schultz & Heimberg, 2008). Ainsi, certaines études rapportent un biais vers les EFE menaçantes (Mogg & Bradley, 2002; Mogg et al., 2004), d'autres un biais d'évitement de ces mêmes EFE (Chen, Ehlers, Clark & Mansell, 2002; Mansell, Clark, Ehlers & Chen, 1999), et d'autres encore n'observent aucun biais (R. Rapee & A. Öhman, communication personnelle, Octobre 2003; Pineles & Mineka, 2005).

Un biais vers les EFE menaçantes a été démontré dans les études de Mogg et Bradley (Mogg & Bradley, 2002; Mogg et al., 2004). Ces auteurs ont démontré que cet effet apparaît même lorsque les visages menaçants sont

masqués, c'est-à-dire que lorsque la très brève présentation d'un visage menaçant est immédiatement masquée par la présentation d'un visage neutre, empêchant le sujet de prendre conscience de cette première perception. Ces données suggèrent une captation automatique et inconsciente de l'attention par ces stimuli. Des analyses ultérieures ont permis aux auteurs de conclure que la vigilance pour les visages menaçants masqués est fonction de l'anxiété sociale et de l'évitement social, plutôt que de l'anxiété trait (Mogg & Bradley, 2002).

Afin d'évaluer si ce biais résulte d'une orientation initiale envers la menace ou d'une vigilance persistance, Mogg et al. (2004) ont comparé deux durées de présentation des indices visages. Les sujets souffrant de phobie sociale montraient un biais dans leur orientation initiale envers la menace lorsque le temps de présentation était de 500ms. Par contre, pour les durées de présentation de 1250ms, ils ne montraient aucun biais. Ces résultats ont pu être interprétés comme allant dans le sens d'un évitement succédant à une vigilance initiale (Mogg et al., 2004), alors même que l'observation d'un ralentissement dans la détection d'une menace constitue une condition indispensable pour pouvoir conclure à un évitement tardif (Schultz & Heimberg, 2008).

Les études concluant à un biais d'évitement des EFE ont utilisé une méthodologie différente de celles précitées : dans une tâche de type dot-probe, un visage (positif, neutre, ou négatif) était pairé avec l'illustration d'un objet familier (par exemple : une horloge, un sofa, etc.) plutôt qu'avec un autre visage. Les sujets souffrant d'anxiété sociale montraient des temps de

réactions rallongés pour les cibles succédant aux visages, tant positifs que négatifs.

Ces données soutiennent donc l'hypothèse du modèle de Clark et Wells (1995) selon laquelle l'anxiété sociale conduit à diriger son attention loin des sources externes de menace. Pourtant, en utilisant une méthodologie comparable chez des patients souffrant de phobie sociale, Sposari et Rapee (2007) obtiennent le pattern inverse d'une vigilance *vers* les visages comparés aux objets.

L'incohérence des résultats de la tâche d'orientation de l'attention conduit à s'intéresser aux données issues d'autres paradigmes, et notamment celles investiguant directement le pattern de fixation oculaire associé à l'anxiété sociale. Une étude de Horley, Williams, Gonsalvez et Gordon (2004) a investigué le traitement visuel de visages exprimant la colère, la tristesse, la joie et la neutralité, parmi un échantillon composé de patients anxieux sociaux et de sujets contrôles. Les sujets devaient regarder les visages sur un écran, et leurs mouvements oculaires étaient enregistrés via un système infrarouge. Le scanning oculaire des sujets contrôles suivait un pattern triangulaire avec des fixations sur les traits caractéristiques des visages fournis par les yeux et la bouche. Les phobiques sociaux réalisaient un hyperscanning des visages négatifs, particulièrement quand ceux-ci exprimaient la colère, couplé à une réduction des fixations fovéales (c.-à-d. des yeux des visages présentés), stratégie probablement justifiée par la peur d'une évaluation négative. Des résultats similaires ont été rapporté par Garner, Mogg et Bradley (2006). Plus précisément, ces auteurs comparent les fixations oculaires envers des visages

et des objets et observent que les sujets souffrant d'anxiété sociale (1) orientent initialement leur regard vers les visages (comparés aux objets) en condition neutre mais (2) montrent une orientation et une fixation réduite des visages en condition de stress (situation d'évaluation). Enfin, (3) l'anxiété sociale conduit à orienter le regard plus rapidement vers les visages émotionnels (par rapport aux visages neutres), mais à les regarder moins longtemps. Une dernière étude a montré que les sujets rapportant une anxiété sociale regardent davantage les visages émotionnels que les visages neutres, et particulièrement durant la première seconde de présentation, mais les évitent par après (Wieser, Pauli, Weyers, Alpers & Muhlberger, 2008). Ces données vont dans le sens d'une orientation attentionnelle accrue vers les indices émotionnels, mais aussi d'un évitement subséquent (Garner et al., 2006; Wieser et al., 2008).

Un dernier paradigme utilisé dans l'étude des biais attentionnels est le « *face-in-the-crowd paradigm* » ou « *popout task* ». Comme nous l'avons vu dans le chapitre 1 (point 4), une première étude menée par Hansen et Hansen (1988) montrait que les visages de colère sont plus facilement détectés dans un ensemble de visages joyeux que le contraire. Il s'agirait d'un effet attentionnel, les stimuli menaçants étant plus saillants, plus faciles à extraire d'un pattern visuel que les stimuli positifs. Dans ce cadre, Gilboa-Schechtman et al. (1999) ont montré que l'anxiété sociale était associée à une détection accélérée d'EFE de colère dans des patterns neutres, par comparaison à des EFE de joie. Par la suite, ces auteurs ont démontré la pertinence de l'utilisation de patterns ambigus, couplant différentes proportions d'EFE positives et négatives, et

requérant donc la prise en compte d'informations contradictoires (Gilboa-Schechtman et al., 2005). Les auteurs ont présenté durant 2500ms différents types de patterns, pouvant être très approubateurs ou très désapproubateurs, en passant par des niveaux modérés ou neutres, les sujets devant en évaluer le niveau d'approbation/désapprobation sur des échelles de Likert à 5 points. L'anxiété sociale était associée à un traitement plus rapide et à une évaluation plus négative des patterns désapproubateurs, confirmant la présence d'un biais attentionnel envers les stimuli négatifs.

1.3. Processus attentionnels : engagement ou désengagement ?

La question de l'interaction entre processus attentionnel et émotionnel dans l'anxiété a fait l'objet de nombreux questionnements. Le rôle clé des processus attentionnels définis dans les études classiques (voir Figure 2, page 20) n'est plus remis en cause. Par contre, un consensus n'a pu être établi quant aux mécanismes responsables des phénomènes de biais attentionnels dans l'anxiété.

Si les auteurs ont fréquemment impliqué un engagement attentionnel facilité envers les stimuli menaçants, Cooper et Langton (2006) ont proposé que le biais attentionnel précoce envers la menace pourrait être lié à une inhibition du traitement des stimuli les moins menaçants perçus durant l'étape de compétition initiale (cf. Figure 1, page 15 : modèle de Pessoa et collaborateurs), plutôt qu'à une facilitation du traitement des stimuli menaçants. D'autre part, il a été montré que, si les visages joyeux et effrayés évoquent un phénomène de blink attentionnel similaire chez les sujets

contrôles (voir chapitre 1, point 2), la magnitude du blink pour les visages effrayés est atténuée chez les sujets rapportant une anxiété trait élevée (Fox et al., 2005), suggérant cette fois une réduction de la capacité à inhiber le traitement des stimuli associés à une menace dans l'anxiété. L'inhibition est donc mise en cause, mais sans consensus quant à la direction prise par le phénomène, entre un déficit d'inhibition des informations menaçantes ou une inhibition majorée du traitement des informations neutres (Daggleish, Mathews & Wood, 1999; Wood, Mathews & Daggleish, 2001).

L'idée d'un déficit d'inhibition ne recouvre pas celle d'un engagement attentionnel facilité, mais ces données soutiennent l'hypothèse d'une attention accrue aux stimuli entrants et d'un ancrage de celle-ci à leur rencontre. L'hypothèse d'un engagement attentionnel facilité a également été remise en question par Elaine Fox et ses collaborateurs (Fox et al., 2001; Fox et al., 2002). Dans une première étude, ces auteurs montrent que quand les indices visuels ne sont pas présentés par paires mais isolément, les participants présentant une anxiété trait élevée ne diffèrent pas des sujets contrôles dans la détection de cibles valides succédant à des EFE schématiques de colère, de joie, et de neutralité. Ils présentent néanmoins des temps de réaction plus longs pour les cibles invalides succédant à la colère (Fox et al., 2001) ; ce qui implique la notion de désengagement attentionnel. L'observation de difficultés de désengagement pour les expressions faciales de peur mais non de tristesse exclut en outre la possibilité d'une généralisation aux stimuli de valence négative (Georgiou, Bleakley, Hayward, Russo, Dutton, Eltiti & Fox, 2005).

Fox et al. (2001) postulent que la présentation de paires de visages et les temps de présentation relativement longs (souvent 500ms) rendent impossible la distinction entre les processus d'engagement attentionnel facilité et de désengagement attentionnel altéré. En effet, les sujets pourraient ne pas engager directement leur attention vers le visage exprimant la menace, mais plutôt fixer alternativement l'un et l'autre visage, et ensuite peiner à se désengager du visage menaçant. D'autres études ont par la suite confirmé l'hypothèse de difficulté de désengagement, tant sur du matériel verbal (Amir, Elias, Klumpp & Przeworski, 2003; Salemink et al., 2007b) que sur des scènes émotionnelles (Koster et al., 2004; Yiend & Mathews, 2001). Dans ce dernier cas, l'anxiété-trait s'associerait à la fois à un engagement plus rapide et à des difficultés de désengagement (Koster et al., 2006).

La question d'une implication particulière des capacités de désengagement attentionnel a récemment été remise en cause par Mogg et al. (2008). Ces auteurs rappellent tout d'abord l'effet plafond obtenu dans les conditions valides, qui pourrait occulter l'influence de la menace sur la vitesse d'orientation attentionnelle. D'autre part, le biais de désengagement est généralement calculé en comparant le temps de réaction pour les items non-valides menaçants et neutres. Or, la présence d'une menace pourrait engendrer un effet de ralentissement, d'inhibition des réponses motrices, à la manière d'un gel de la réponse (« freezing effect »). Ce ralentissement pourrait être confondu avec les effets d'indigence attentionnel. Pour répondre à ce problème, les auteurs insistent sur la nécessité d'investiguer la condition valide. En effet, un effet de la menace sur la seule condition non-valide traduirait bien un effet

de désengagement, mais un effet couplé sur les conditions valide et non-valide devrait être envisagé de manière plus précautionneuse. En comparant une tâche présentant un indice centralisé, ne requérant donc pas de déplacement attentionnel, et une tâche classique, ces auteurs posent finalement l'hypothèse d'un biais de déplacement attentionnel envers les indices de menace, en soulignant l'impossibilité de départager avec certitude les composants attentionnels impliqués.

En résumé, l'implication exacte des processus d'engagement et de désengagement de l'attention est actuellement largement sujette à controverse, et la question de la détermination de leur rôle se pose avec acuité dans les recherches actuelles.

1.4. Biais décisionnels

Si les sujets anxieux présentent de manière consistante un biais dans la perception et la prise en compte de visages menaçants, la phobie sociale ne conduirait pas à surévaluer explicitement la valeur menaçante de ces visages (Douilliez & Philippot, 2003; Philippot & Douilliez, 2005), et l'anxiété-trait ne semble pas associée à un biais explicite facilitant la détection des visages menaçants (Cooper, Rowe & Penton-Voak, 2008). Cette absence de biais d'évaluation volontaire s'inscrit dans le cadre de la théorie de vigilance/évitement, l'attrait initial envers les EFE menaçantes dans les étapes précoces du traitement visuel étant suivie de stratégies d'évitement plus tardives (Mogg & Bradley, 1998).

Une étude a cependant rapporté des résultats contraires à cette hypothèse : en demandant à des sujets souffrant de phobie sociale de dénommer l'EFE présentée par des visages morphés, Joorman et Gotlib (2006) observent une identification correcte de l'émotion de colère à des niveaux d'expression moins intenses que ceux requis par des patients dépressifs ou des sujets contrôles. Ce résultat contradictoire peut se justifier par le statut ambigu de l'expression affichée par un visage issu d'une procédure de morphing, par rapport à un visage réel. L'hypothèse d'un rôle particulier de l'ambiguïté des émotions proposées est soutenue par les résultats rapportés par Garner, Baldwin, Bradley et Mogg (In Press) qui démontrent une discrimination affectée de visages morphés impliquant l'émotion de peur (peur-joie et peur-colère) chez des patients phobiques sociaux par rapport à des sujets contrôles, alors que les expressions mêlant les émotions de colère et de joie n'induisaient pas de différences entre ces groupes. Finalement, il a été avancé que le nombre d'indices nécessaires pour évaluer un visage comme recelant une menace (en se basant sur des signes comme l'orientation de la bouche, les sourcils froncés, l'intensité du regard) pourrait être décru chez les individus souffrant d'anxiété sociale (Coles et al., 2008). Cela ne conduirait pas à une dénomination erronée des EFE perçues, mais plutôt à une modulation de leur valence émotionnelle perçue. Cette hypothèse peut justifier l'observation d'une surévaluation de la valence négative de visages neutres dans la phobie sociale (Amir, Klumpp, Elias, Bedwell, Yanasak & Miller, 2005).

Toutefois, il est important de distinguer ici les capacités de décodage automatique des EFE et leur dénomination. Par exemple, si la peur donne lieu

à une détection accélérée via l'activation automatique de l'amygdale, elle est cependant confondue avec la tristesse lors d'évaluation consciente (Calvo & Nummenmaa, 2008). Finalement, l'expression faciale la mieux reconnue à travers les cultures serait la joie, avec un score de 96.4% contre 77.5 pour la peur (ce pourcentage tombant à 66% dans les cultures non occidentales, voir Russell, 1994 ou Fox, 2008 pour une revue).

1.5. Statut des émotions dans l'anxiété

Les études présentées ci-dessus mettent en évidence de manière consistante un biais pour les EFE menaçantes, et ont principalement investigué le traitement des EFE de colère, qui expriment le plus directement une menace interpersonnelle pour l'individu. À côté de cela, les expressions de peur ont également un statut particulier, dans la mesure où elles constituent des indices indirects trahissant la présence d'une menace dans l'environnement. Par exemple, Whalen (1998) a argué qu'il est nécessaire de maintenir son attention fixée sur une expression faciale de peur, dans le but de pouvoir détecter un changement subtil amenant à choisir entre un mode de défense ou d'attaque.

Cependant, une autre émotion jouerait également un rôle clé dans les désordres anxieux : le dégoût (McKay, 2002). Le dégoût apparaît comme une émotion fondamentale dans les phobies spécifiques, où l'objet phobogène inspire un clair dégoût au sujet (Wiens, Peira, Golkar & Öhman, 2008), mais d'autres désordres anxieux seraient également concernés (Phillips, Senior, Fahy & David, 1998b). Le dégoût pourrait par exemple jouer un rôle aussi

fondamental que la colère dans la phobie sociale, dans la mesure où l'expression de dégoût apparaissant sur le visage d'un interlocuteur pourrait pousser le sujet à expérimenter la peur d'être jugé négativement ou d'être humilié en public, tout en lui reflétant sa honte de lui-même (Amir et al., 2003). Finalement, les concepts de dégoût interpersonnel et de dégoût moral ont pu être proposés comme des étapes évolutives du dégoût alimentaire (initialement lié à la détection d'un poison), et du dégoût corporel (visant notamment le maintien de l'intégrité du corps) (Rozin, Haidt & McCauley, 2008). En outre, la suractivation de l'insula dans les troubles anxieux (Simmons et al., 2006) pourrait conduire à des difficultés de décodage de cette émotion. Par exemple, la phobie sociale généralisée réduirait les capacités de décodage tant du dégoût que de la colère (Montagne, Schutters, Westenberg, van Honk, Kessels & de Haan, 2006). Il a en outre été démontré que les individus souffrant d'anxiété sociale jugent les relations sociales avec un partenaire exprimant du dégoût comme plus pénibles (Schofield, Coles & Gibb, 2007). Malgré cette apparente pertinence du dégoût dans l'anxiété, cette émotion a été étonnement peu considérée, tant dans les études comportementales qu'électrophysiologiques.

En résumé, le statut particulier des émotions dans l'anxiété, et tout particulièrement dans l'anxiété sociale, mène à s'interroger sur le rôle spécifique des EFE de peur, de colère mais également de dégoût.

2. Données neuroanatomiques

L'hémisphère droit a été directement impliqué dans la génération des biais attentionnels dans l'anxiété. Les auteurs ont ainsi rapporté des biais attentionnels plus marqués quand des visages exprimant la colère (Mogg & Bradley, 2002) ou la peur sont présentés dans le champ visuel gauche (Fox, 2002). L'hypothèse d'une plus forte implication de l'hémisphère droit dans la perception émotionnelle des sujets anxieux⁹ a été contrastée à celle d'une sensibilité particulière de cet hémisphère pour les stimuli pertinents quant à la présence d'un danger potentiel. Les données ne sont cependant pas totalement unanimes, et une activité accrue de l'hémisphère gauche a été rapportée chez des patients souffrant de phobie sociale percevant des EFE de colère et de mépris (Stein, Goldin, Sareen, Zorrilla & Brown, 2002).

Certaines données ont postulé qu'une anxiété trait élevée engendrerait une activation de l'amygdale et un processus automatique des visages émotionnels (Etkin et al., 2004). Dans la phobie sociale, l'amygdale apparaît suractivée lors de la présentation de visages émotionnels exprimant la colère (Stein et al., 2002; Straube, Kolassa, Glauer, Mentzel & Miltner, 2004), mais également en réponse aux émotions de manière générale (Straube, Mentzel & Miltner, 2005). En outre, un délai d'activation en réponse à des EFE de peur, de colère

⁹ Rappelons que l'hémisphère droit a également été décrit comme prédominant sur son homologue gauche dans le traitement émotionnel dans les populations contrôles (cf. chapitre 1), voir par exemple Borod et al., 1998.

et de joie pourrait indiquer une orientation attentionnelle déficitaire (Campbell, Sareen, Paulus, Goldin, Stein & Reiss, 2007).

La réactivité de l'amygdale dans l'anxiété sociale semble modulée par la saillance, la puissance des affects exprimés par les visages (Yoon, Fitzgerald, Angstadt, McCarron & Phan, 2007). Cependant, l'amygdale montre également des activations accrues en réponse aux visages neutres (Birbaumer, Grodd, Diedrich, Klose, Erb, Lotze, Schneider, Weiss & Flor, 1998; Cooney, Atlas, Joormann, Eugene & Gotlib, 2006). Ce pattern de résultats pourrait être mis en relation avec certaines observations comportementales montrant que les patients souffrant d'anxiété sociale évaluent plus négativement les visages neutres (Amir et al., 2005) et les utilisent comme des indices négatifs lors de tâche d'indigage (Yoon & Zinbarg, 2008). La suractivation de l'amygdale lors de la perception de ces stimuli renforce l'idée d'une surévaluation de la menace interpersonnelle dans l'anxiété sociale.

Outre les réponses de l'amygdale, la visualisation d'EFE de colère a été associée à des activations accrues du cortex préfrontal (Monk, Nelson, McClure, Mogg, Bradley, Leibenluft, Blair, Chen, Charney, Ernst & Pine, 2006) et du gyrus frontal médian (Blair, Shaywitz, Smith, Rhodes, Geraci, Jones, McCaffrey, Vythilingam, Finger, Mondillo, Jacobs, Charney, Blair, Drevets & Pine, 2008) dans l'anxiété générale, et à une suractivation de l'insula (Straube et al., 2004) dans la phobie sociale. Enfin, les expressions faciales de dégoût évoquent une suractivation du cortex cingulaire antérieur dans l'anxiété sociale, corrélée à une évaluation accélérée de ces visages (Amir et al., 2005). Comme nous l'avons vu plus haut, le dégoût pourrait donc jouer

un rôle particulier dans l'anxiété sociale, et cette caractéristique pourrait distinguer l'anxiété sociale des autres troubles anxieux.

Certaines données ont suggéré que les réponses neurales à la présentation d'EFE pourraient différer selon la nature des troubles anxieux. Par exemple, les EFE de peur évoquent une suractivation de l'amygdale chez des sujets souffrant de stress post-traumatique (Shin, Wright, Cannistraro, Wedig, McMullin, Martis, Macklin, Lasko, Cavanagh, Krangel, Orr, Pitman, Whalen & Rauch, 2005), mais pas chez les patients rapportant un trouble obsessionnel compulsif ou une phobie spécifique (Cannistraro, Wright, Wedig, Martis, Shin, Wilhelm & Rauch, 2004; Wright, Martis, McMullin, Shin & Rauch, 2003). Ces dernières données suggèrent que le traitement de l'expression faciale de peur n'active l'amygdale que s'il existe un lien avec les préoccupations majeures du patient (Wright et al., 2003). L'hypothèse d'une activation spécifique de l'amygdale pour les stimuli directement en lien avec l'objet ou la source anxiogène a également été avancée par Stein et ses collaborateurs (2002) lorsque ceux-ci ont observé des activations de l'amygdale lors de la perception d'EFE de colère et de mépris, mais pas de réponse spécifique aux EFE de peur chez des patients souffrant de phobie sociale. A l'inverse, une autre étude a montré des réponses de l'amygdale aux EFE de peur dans la phobie sociale, mais pas dans l'anxiété généralisée (Blair et al., 2008). Chaque désordre anxieux pourrait donc disposer d'un profil neuro-anatomique et fonctionnel unique.

En résumé, les études ont principalement impliqué des activations modulées de l'amygdale et du cortex préfrontal lors la perception

émotionnelle des sujets anxieux. Une hypothèse fonctionnelle a récemment été proposée pour intégrer le rôle de ces structures, l'implication des processus cognitifs ascendants et descendants, et le type d'anxiété (état ou trait) dans la genèse des biais émotionnels (Bishop et al., 2007). Les auteurs proposent que l'amygdale joue un rôle de détection pré-attentive de la menace et que l'anxiété état sensibilise ce processus de détection (voir aussi Bishop, Duncan & Lawrence, 2004). Un état de stress au moment de l'évaluation diminuerait donc le seuil de détection de la menace. Dans un second temps, les outputs de l'amygdale sont projetés vers le cortex préfrontal dans le but d'une régulation des réponses comportementales. L'anxiété-trait compromettrait cette régulation top-down, en réduisant les capacités de contrôle attentionnel (Bishop et al., 2007). Par conséquent, le cumul d'une anxiété-état et d'une anxiété-trait aboutit à une dérégulation des processus bottom-up et top-down, à une sélection arbitraire de stimuli jugés menaçants et à une incapacité à inhiber l'attention qui y sera portée.

3. Données électrophysiologiques

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la précision temporelle de la technique des potentiels évoqués en fait un outil privilégié pour l'étude des modulations cognitives associées à la perception émotionnelle, tant dans les populations contrôles que pathologiques (Campanella & Guérit, 2009; Campanella & Philippot, 2006). Cependant, l'étude des biais attentionnels dans les troubles anxieux a fait l'objet d'étonnement peu de recherches

électrophysiologiques, bien que cet intérêt ne soit pas neuf dans la littérature sur le sujet.

Par exemple, voici déjà plus de 10 ans, Weinstein (1995) réalisait une étude sur des sujets contrôles présentant une anxiété faible ou élevée, et leur demandait d'apparier des mots positifs, négatifs ou neutres à des phrases à connotation menaçante ou positive entendues préalablement. Par l'examen des composants N100 et P400, cet auteur a pu observer une attribution accrue des ressources de traitement vers les stimuli menaçants. Une autre étude a utilisé le paradigme Stroop pour mettre en évidence un monitoring de la réponse plus efficace chez ces sujets anxieux en explorant une onde spécifique, la négativité de l'erreur (ERN, voir Annexe). Cette déflexion, qui apparaît 50 à 150ms après la production d'une réponse erronée par le sujet, est accrue chez les participants rapportant de hauts scores d'anxiété générale (Hajcak, McDonald & Simons, 2003) et même chez de jeunes enfants de 8 à 14 ans souffrant d'un trouble anxieux (Ladouceur, Dahl, Birmaher, Axelson & Ryan, 2006) ; ce qui suggère un processus de feed-back plus actif chez les sujets anxieux, connus pour être particulièrement préoccupés par leurs performances. Plus récemment, une autre équipe (Carretié, Mercado, Hinojosa, Martín-Loeches & Sotillo, 2004b) a cherché à vérifier si les sujets anxieux accordent une attention particulière à la survenue de stimuli négatifs en utilisant un paradigme particulier : une cible à détecter était précédée d'un signal d'alerte (par exemple, différentes tonalités). Dans cet intervalle était enregistrée une onde nommée la Variation Contingente Négative (VCN, voir Annexe), qui constitue un indice de la vigilance d'un sujet. Carretié et ses

collaborateurs ont observé des amplitudes plus élevées lorsque les sujets anxieux portaient leur vigilance sur les stimuli négatifs, mais seulement chez ceux cumulant une anxiété état et trait élevée (Carretié et al., 2004b).

Très récemment, une étude a évalué le modèle de Bishop (2007, voir Figure 15) au moyen de l'électrophysiologie. Pour rappel, ce modèle postule des activations précoces liées à l'anxiété-état, dans le cadre d'une vigilance accrue mettant en œuvre des processus bottom-up guidés par les propriétés visuelles des stimuli, au contraire d'activations plus tardives associées à l'anxiété-trait, touchant des processus top-down de régulation. En présentant des sons avec une prosodie neutre ou émotionnelle dans le cadre d'un paradigme oddball passif, Schirmer et Escoffier (In Press) démontrent une MMN (*Mismatch Negativity*, voir Annexe) accrue associée à l'anxiété-état mais pas à l'anxiété-trait, et un pattern inversé pour l'onde P3. Ces auteurs en concluent que l'anxiété-état affecte les étapes de traitement précoces, « *stimulus-driven* », alors que l'anxiété-trait touche les étapes plus tardives, comprenant les étapes « *goal-driven* », étayant par là la modélisation proposée par Bishop.

Malgré ces résultats prometteurs, il est étonnant de constater que peu d'études ont utilisé l'électrophysiologie pour appréhender les processus cognitifs sous-tendant les biais attentionnels envers les EFE dans l'anxiété. Quelques auteurs se sont toutefois penchés sur ces questions, mais les résultats obtenus demeurent peu consistants, notamment à cause de divergences méthodologiques que nous évoquerons plus loin.

Par exemple, la qualification usuelle du biais comme étant attentionnel devrait conduire à l'observation d'altérations spécifiques des ERP précoces, indexant les processus perceptifs et attentionnel. Cependant, les études rapportent des résultats contradictoires à ce propos ; la sensibilité des étapes précoces de traitement à l'anxiété n'ayant pas été démontrée de manière consistante.

Par exemple, l'onde P1 a été définie comme sensible à l'attention (Mangun & Hillyard, 1996) et au jugement des EFE comme étant ou non appréciées (Pizzagalli et al., 1999). Des modulations de l'orientation attentionnelle devraient donc être observables sur cette onde. Il a en effet été montré que les sujets anxieux produisent un complexe P1/N1 plus précoce en réponse aux visages (Bar-Haim, Lamy & Glickman, 2005) et à la peur en particulier (Holmes et al., 2008). L'anxiété sociale a également été associée à des amplitudes accrues de ce complexe pour les visages tant neutres qu'émotionnels, ainsi que pour des visages schématiques (Kolassa, Kolassa, Musial & Miltner, 2007; Kolassa & Miltner, 2006; Muhlberger et al., 2008). Ces résultats sont en accord avec la théorie décrivant une orientation rapide des ressources de traitement vers les visages (Fox et al., 2001). Cependant, l'absence de spécificité de cet accroissement de la P1, également observable dans les phobies spécifiques, pourrait incriminer l'hypervigilance induite par la réalisation d'une tâche (Kolassa, Kolassa, Bergmann, Lauche, Dilger, Miltner & Musial, 2009; Kolassa, Musial, Kolassa & Miltner, 2006).

Très récemment, une étude a investigué les corrélats cérébraux de la réalisation de la tâche *dot-probe* dans un groupe de patients souffrant de phobie

sociale (Mueller, Hofmann, Santesso, Meuret, Bitran & Pizzagalli, 2008). Ces patients produisaient une P100 accrue associée à une suractivation du gyrus fusiforme pour les paires de visages impliquant une EFE de colère. Par contre, les cibles succédant aux visages émotionnels exprimant la joie ou la colère évoquaient une P100 décrue, et le pattern comportemental des patients ne différait pas de celui des sujets contrôles. Ces résultats suggèrent donc une vigilance initiale suivie d'un évitement de la localisation des indices émotionnels, et la possibilité d'observer des modulations électrophysiologiques en l'absence de manifestations comportementales.

Les études ont également investigué l'onde N170, et les sujets souffrant de phobie sociale produiraient des ondes plus larges lorsqu'ils identifient l'émotion de colère (Kolassa & Miltner, 2006). Cette modulation de la N170 suggère que les sujets phobiques sociaux traitent les expressions de colère plus intensément que les contrôles, avec des activations neuronales accrues. Cependant, le phénomène de modulation émotionnelle de la N170 est discuté dans la littérature se centrant sur les sujets contrôles (voir Chapitre 1, point 3.3.3) et les études sur l'anxiété ne sont pas plus unanimes (voir par exemple Dennis, Chen & McCandliss, 2008). En conséquence, l'hypothèse d'un traitement approfondi des visages dans l'anxiété doit être considérée avec précaution, d'autant que des différences méthodologiques entre études peuvent justifier de telles dissimilitudes.

Ces études suggèrent des modifications précoces du traitement émotionnel des visages. Une question sous-jacente consiste à se demander si ces altérations persistent dans les étapes plus tardives du traitement. Par exemple,

une étude récente démontre une P100 accrue pour les EFE de peur chez des sujets rapportant une anxiété-trait élevée, mais des effets moins marqués sur les ondes ultérieures, qui étaient par contre modulées chez les sujets contrôles (Holmes et al., 2008). Ces données suggèrent une dissociation entre un traitement automatique rapide indexé par la P100 et une réduction des processus stratégiques plus tardifs dans l'anxiété. Plus précisément, une anxiété-trait élevée majorerait l'évaluation initiale de la menace mais atténuerait les processus cognitifs plus tardifs, confortant la théorie de vigilance-évitement proposée par Mogg et Bradley (1998) mais aussi celle d'une sélection perceptive biaisée associée à un manque de contrôle attentionnel (Bishop, 2007).

La question de l'influence de l'anxiété sur les processus tardifs est d'autant plus pertinente lorsqu'on rappelle que les sujets anxieux ne répondent pas systématiquement plus rapidement, et qu'ils peuvent même être plus lents dans la détection de cibles succédant à des visages émotionnels (Bar-Haim et al., 2005). Ce résultat est à première vue surprenant, puisque l'anxiété est fréquemment associée à une vigilance générale augmentée (Mialet, 2000). Cependant, ce ralentissement semble imputable à un traitement accru de l'indice visage, indexé par un complexe N1/P1 d'apparition plus précoce chez les sujets anxieux (Bar-Haim et al., 2005). La captation attentionnelle sur l'indice interfère donc avec le traitement de la cible, ce qui soutient la théorie d'une orientation attentionnelle rapide vers les visages, suivie de difficultés à s'en désengager (Fox et al., 2001).

L'onde P200 pourrait traduire la mobilisation des ressources attentionnelles stratégiques, et est accrue en réponse aux visages de colère dans l'anxiété-trait, comme si ces stimuli provoquaient une plus grande captation de l'attention chez ces sujets (Bar-Haim et al., 2005). En présentant EFE neutres, tristes ou effrayées pendant 50 ms dans une tâche attentionnelle d'indiçage, Dennis et Chen (2007a) observent également une modulation des réponses produites entre 200 et 320ms, en fonction de l'anxiété-trait. En fait, les sujets les plus anxieux présentaient une P200 d'amplitude accrue dans les régions postérieures gauches, et une N200 accrue dans les sites antérieurs. Il semblerait donc que l'anxiété agisse à la fois sur le traitement de la pertinence émotionnelle (P200) (Carretié, Martín-Loeches, Hinojosa & Mercado, 2001a), et sur le contrôle top-down du traitement émotionnel (N200) (Dennis & Chen, 2007a).

Dennis et Chen (2007b) ont également étudié la modulation de l'attention visuo-spatiale dans une tâche d'orientation de l'attention. D'une part, les participants à cette étude qui rapportaient une sensibilité élevée à la menace produisaient des amplitudes accrues pour la P100, la P200 reflétant le traitement émotionnel (Carretié et al., 2001a), et la N200 associée au contrôle attentionnel. D'autre part, la production d'une N200 plus ample après la présentation de visages effrayés était corrélée à de meilleures performances d'attention exécutive chez les individus sensibles à la menace, mais à une détérioration chez les sujets se présentant comme peu sensibles à la menace. Dans ce dernier groupe, l'accroissement de la N200 pourrait témoigner d'efforts accrus pour inhiber l'attention portée aux visages effrayés, réduisant

par là les ressources disponibles pour l'accomplissement de la tâche. Ces résultats soulignent l'importance de l'équilibre entre la réactivité émotionnelle et le contrôle cognitif pour la mise en place d'un fonctionnement adaptatif (Dennis & Chen, 2007b).

Les résultats concernant les ondes tardives, reflétant les étapes de préparation de la réponse, sont également empreints d'ambiguïté. En effet, des amplitudes accrues des ondes P300 et LPP en réponses à des EFE menaçantes ont été rapportées (Moser, Huppert, Duval & Simons, 2008; Sewell, Palermo, Atkinson & McArthur, 2008), mais une autre étude observe ces modulations pour des EFE tant émotionnelles que neutres (Muhlberger et al., 2008). Dans la mesure où l'amplitude de la P3 a été décrite comme reflétant l'engagement attentionnel dans le traitement des stimuli pertinents par rapport aux buts poursuivis (Nieuwenhuis, Aston-Jones & Cohen, 2005), ces résultats vont dans le sens de modulations émotionnelles tardives, avec une majoration du traitement *goal-driven* des stimuli menaçants, ainsi qu'un attrait particulier et une pertinence du traitement des visages dans l'anxiété sociale.

Etant donné la rareté des études ERP, ces résultats peuvent sembler très divergents mais ces dissemblances sont en parties attribuables à des différences méthodologiques majeures. Les paradigmes utilisés, les réponses requises, les temps de présentation des stimuli, la nature des émotions prises en compte, constituent déjà d'importants paramètres influençant les résultats obtenus.

De plus, les individus testés dans ces études présentent des dissemblances assez nettes. Ainsi, certaines études ont recrutés des participants rapportant

une anxiété-trait élevée (Bar-Haim et al., 2005; Dennis & Chen, 2007a; Holmes et al., 2008) ou une anxiété sociale sous-clinique (Moser et al., 2008; Muhlberger et al., 2008; Sewell et al., 2008), avec des variations dans les inventaires et seuils de classifications utilisés. D'autres évaluent des sujets répondant à un diagnostic de phobie sociale suivant le DSM (mais sans diagnostic psychiatrique ; Kolassa et al., 2009; Kolassa et al., 2007; Kolassa & Miltner, 2006), et une dernière étude a approché des patients souffrant de phobie sociale avérée et traitée (Mueller et al., 2008). En outre, le cumul de différentes psychopathologies (notamment des symptômes dépressifs, ou l'addition d'une anxiété-trait, d'une anxiété-état et d'une anxiété sociale) n'ont pas toujours fait l'objet d'un contrôle minutieux. Autant de divergences pouvant expliquer l'hétérogénéité des résultats. A cette heure, ces études sont toutefois les seules pouvant être clairement référées comme étudiant les corrélats électrophysiologiques du traitement des visages dans l'anxiété.

4. Traitement des EFE dans les troubles anxieux : Synthèse

La présence de biais attentionnels envers les EFE dans les troubles anxieux a été largement démontrée, et s'étaye tant par des données issues de différents paradigmes de recherche que des données cliniques. Cependant, si les données comportementales ont pu mettre en évidence des modulations des temps de réaction et des modifications du ratio de réponses correctes/erreurs, la correspondance en terme de processus cognitifs impliqués ne peut pas être modélisée sur base de ces seules études.

D'autre part, les études d'imagerie ont mis en évidence des dysfonctionnements au niveau à la fois de l'amygdale et du cortex préfrontal, impliquant dès lors les processus de type bottom-up mais également top-down. En effet, si l'amygdale est associée à une détection automatique de la menace et donc à des mécanismes ascendants, sa régulation par le cortex préfrontal en fonction des buts poursuivis implique dans un second temps des processus de contrôle descendants.

L'étude du timing des traitements cognitifs grâce à l'électrophysiologie devrait permettre de situer exactement l'origine des déficits émotionnels. Ceux-ci sont-ils situés à un niveau perceptif, attentionnel, décisionnel ou de préparation de la réponse ? La réponse à cette question prend une importance toute particulière dans le cadre des thérapies cognitives organisées dans le but d'une restructuration cognitive, d'une remise en cause du rapport au monde entretenu par les patients anxieux. En effet, le travail à effectuer sera très différent si les mécanismes à la source des biais émotionnels sont d'ordre conscient ou automatique, s'ils affectent les ressources attentionnelles ou les capacités perceptives.

Des études électrophysiologiques ont donc tenté de modéliser l'apparition temporelle des biais émotionnels dans l'anxiété. Si le biais de traitement dans l'anxiété a été qualifié d'attentionnel, les études utilisant l'électrophysiologie ont non seulement mis en évidence des modifications perceptives et attentionnelles du traitement des EFE, mais aussi des modulations de composants plus tardifs associés à un traitement décisionnel conscient. En outre, certaines études ont mis en évidence des biais spécifiques

pour les EFE menaçantes, mais d'autres données indiquent des modifications plus étendues du traitement émotionnel.

La question des corrélats électrophysiologiques du traitement des visages émotionnels dans l'anxiété reste donc largement ouverte, et différents points majeurs, comme l'influence du type d'anxiété, le rôle des émotions investiguées, la nature des processus attentionnels impliqués et le rôle d'éventuelles comorbidités, sont particulièrement critiques.

Nous allons donc aborder à présent la seconde partie de ce travail, à savoir l'apport expérimental de nos études. Nous commencerons par une mise au point de la problématique étudiée, avant de détailler les questions issues de nos réflexions et de proposer les études réalisées dans le cadre de cette thèse pour y répondre.

Introduction à la partie expérimentale

L'introduction de ce travail nous a permis de positionner son intérêt dans le champ des recherches sur l'interaction entre attention et émotion.

Le chapitre 1 nous a permis de revoir les bases théoriques sous-tendant l'exploration des processus attentionnels et leur interaction avec la perception émotionnelle. Nous avons vu que l'attention visuo-spatiale est un processus complexe, subdivisé en différentes étapes spécifiques, et que celles-ci interagissent de manière particulière lors de la perception d'émotion. Dans un second temps, nous avons abordé la question de la perception d'expressions faciales émotionnelles, problématique largement explorée dans les populations contrôles et ayant mis en évidence la production de biais de traitement pour la perception de stimuli faciaux de valence négative. Plus précisément, nous avons vu que ces biais ont été mis en relation avec l'activation précoce de structures sous-corticales comme l'amygdale ou l'insula, et que les aires corticales participent également à la perception facilitée de ces stimuli. Différents composants ERP indexent ces modulations émotionnelles, même si les corrélats neuroanatomiques et neurophysiologiques sous-tendant le traitement des différentes EFE n'ont pas pu être clairement distingués.

Le chapitre 2 a quant à lui fait le point sur le phénomène d'anxiété, que nous avons défini et situé par rapport à différentes modélisations cognitives et neuroanatomiques. La question des biais émotionnels à l'œuvre dans les états anxieux a également été abordée, et un rappel non exhaustif des données publiées sur ce thème a permis de définir ces biais comme attentionnels et

gouvernés par des activations modulées des structures à l'œuvre lors de l'attention émotionnelle.

Enfin, le chapitre 3 a approché plus précisément la question de la perception des visages émotionnels dans l'anxiété, et nous avons présenté des données comportementales, neuroanatomiques et neurophysiologiques dans le but de mieux cerner les mécanismes à l'œuvre dans la production de ces biais.

La conclusion de cette introduction nous amène à nous pencher sur un étrange paradoxe. A l'heure où nous écrivons ces pages, un nombre croissant d'auteurs s'intéresse à la question des interactions entre attention et émotion, avec des études investiguant au travers de différents paradigmes électrophysiologiques l'origine des différences de traitement entre expressions faciales. En parallèle, des études comportementales toujours plus nombreuses démontrent depuis près de 20 ans l'existence de biais au niveau du traitement des EFE dans l'anxiété, et des données d'imagerie permettent d'étayer ces résultats et d'en comprendre l'origine structurelle. Cependant, les études électrophysiologiques appréhendant l'origine temporelle de ces biais restent très rares.

Avant l'année 2005, quand nous avons orienté nos recherches sur ce thème particulier, seules quelques rares études avaient investigué au moyen de paradigmes électrophysiologiques la question du traitement émotionnel dans l'anxiété, en mesurant la réactivité de sujets anxieux à des images ou des mots émotionnels. Rien sur le traitement des visages. A la même époque pourtant, les études IRMf et ERP mesurant la réactivité des aires cérébrales aux émotions se succédaient, parallèlement à celles rapportant les réponses

comportementales biaisées de sujets anxieux à la présentation d'EFE. L'idée d'une jonction entre ces deux champs d'étude faisait vaguement son chemin, mais encore à cette époque, rien en électrophysiologie, et le fossé entre les étayages neuroanatomiques et neurophysiologiques continuait à se creuser.

Etrange contradiction qui a conduit à nous poser à mi-chemin entre ces différents courants pour formuler notre interrogation : si l'attention est modulée par les émotions, et si les émotions sont au cœur de la problématique anxieuse, comment l'attention envers les émotions sera-t-elle influencée par l'anxiété et surtout, à quel moment dans le décours du traitement de l'information ?

Plus précisément, nos recherches adresseront quatre questions :

- (1) **Est-il possible de mettre en évidence à un niveau électrophysiologique un biais de traitement envers les EFE dans les états anxieux, et ce biais est-il fonction du type d'anxiété, générale ou sociale ?** Cette première question, exploratoire, constituait le point de départ de notre travail à une époque où l'absence totale de référence était patente. En effet, si les études comportementales avaient démontré un biais attentionnel, marqué par une vigilance selon certaines données, un évitement selon d'autres, les mécanismes neurophysiologiques sous-jacents étaient complètement méconnus. Cependant, les données issues de recherches chez les populations contrôles montraient une modulation émotionnelle des composants ERP (Balconi & Pozzoli, 2003; Batty & Taylor, 2003;

Campanella et al., 2002a; Pizzagalli et al., 1999). Notre hypothèse première, fondée sur ces observations, postulait une amplification du phénomène d'attention émotionnelle dans l'anxiété, et une hypervigilance aux indices de menace. En outre, dans la mesure où l'anxiété sociale et l'anxiété-trait sont décrites comme relevant de mécanismes hétérogènes, et où les visages semblent par nature plus à même d'évoquer un biais de traitement dans l'anxiété sociale, nous avons postulé des réponses attentionnelles distinctes aux EFE dans ces deux désordres. Cette question sera traitée dans les chapitres 4 et 5, qui présenteront deux recherches usant de paradigmes relativement similaires, dans une population présentant une anxiété-trait pour la première, et une anxiété sociale dans la seconde.

- (2) **Existe-t-il des émotions plus particulièrement sujettes au développement d'un biais de traitement ?** Cette question dérive des observations selon lesquelles l'anxiété conduit à un intérêt particulier pour les émotions de peur, de colère, mais aussi de dégoût. Plus particulièrement, cette seconde question visait à éclaircir le statut de l'émotion de dégoût dans l'anxiété sociale. En effet, cette émotion semble donner lieu à des activations cérébrales accrues, ainsi qu'à une perception altérée, au même titre que la colère (Amir et al., 2005; Montagne et al., 2006). Notre hypothèse postulait une absence de biais attentionnel envers cette émotion chez les sujets contrôles, alors que les sujets anxieux présenteraient quant à eux un intérêt et une orientation plus marqués pour le dégoût qui pourrait évoquer chez eux

un sentiment d'évaluation négative. Le chapitre 6 abordera cette problématique au travers d'une étude qui propose donc une mise en balance des émotions de colère et de dégoût à l'aide du paradigme particulier de perception catégorielle.

- (3) **L'origine de ces biais peut-elle être localisée dans les processus d'engagement ou de désengagement de l'attention, et quels processus cognitifs reflèteront l'influence de l'anxiété sur ces mécanismes ?** Les pages précédentes ont longuement décrit l'intérêt de situer l'origine exacte d'un biais de traitement envers les émotions. En effet, l'attention n'est pas un phénomène monolithique (voir par exemple Weierich, Treat & Hollingworth, 2008 pour une revue), et les différents mécanismes qui la composent peuvent être à la source d'un biais attentionnel, isolément ou en combinaison. La tâche d'orientation de l'attention semblait idéale pour répondre à ce doute. En l'absence de données électrophysiologiques relatives à ce paradigme dans l'anxiété, les résultats d'études ERP chez les sujets contrôles (Perchet & Garcia-Larrea, 2000; Pourtois et al., 2004) ont servi de base à l'élaboration de deux études complémentaires. L'étude du timing de réalisation de la tâche dot-probe dans l'anxiété sociale avait pour objectif majeur de nous indiquer sur les processus à l'origine d'une modulation de la perception émotionnelle, et de vérifier ou d'infirmer le modèle de vigilance/évitement. En effet, les composants précoces peuvent traduire l'orientation initiale de l'attention, les composants plus tardifs son maintien, et l'étude du traitement des cibles fournissent des

indications sur les possibilités de désengagement. Les chapitres 7 et 8 retraceront ces études et exposeront les éléments de réponse obtenus.

(4) **Quel effet une dysphorie impliquant affects anxieux et dépressifs introduit-elle dans le décours du traitement des EFE, et un état dysphorique diffère-t-il d'un état anxieux « simple » à ce niveau ?**

Le recrutement des participants de nos cinq premières études nous a dévoilé la fréquente présence d'une dépression latente chez les sujets hautement anxieux. Cette variable, volontairement exclue de nos études précédentes, n'est cependant que rarement contrôlée dans la littérature. Cependant, les modèles de l'anxiété prédisent une modulation du type de biais émotionnel dans les états anxieux vs. dépressifs (Mathews & MacLeod, 1994). Dans ce cadre, nous nous sommes demandé quelle part de nos observations pouvait être attribuable à cette comorbidité ignorée. Le chapitre 9 sera consacré à ce thème particulièrement complexe, et tentera de départager l'influence d'affects dépressifs et anxieux dans la mise en œuvre et l'efficacité des processus de détection d'expressions faciales déviantes