

UNIVERSITE LYON II - FRERES LUMIERE  
THESE pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE LYON II  
Discipline : Sciences Cognitives (mention : Psychologie Cognitive)  
présentée et soutenue publiquement

**par**

**Jean-Yves Baudouin**

le 4 juillet 2001

# Reconnaissance du visage, expression et genre

Sous la direction du Prof. Guy TIBERGHIE

Membres du jury : Mme Dominique VALENTIN (rapporteur) Mr Raymond BRUYER (rapporteur) Mr Nicolas Georgieff (président) Mr Guy TIBERGHIE (directeur de recherche)



# Table des matières

<b>Remerciements . .</b>	<b>1</b>
<b>Avant-propos .</b>	<b>5</b>
<b>Introduction . .</b>	<b>7</b>
<b>Chapitre 1 : Reconnaissance du visage et identification de la personne . .</b>	<b>13</b>
I. Reconnaissance et caractéristiques distinctives du visage .	14
I.1. Reconnaissance du visage et distinctivité . .	14
I.2. Reconnaissance du visage et caricature . .	15
I.3. Reconnaissance du visage et effet de race . .	16
I.4. Une métaphore multidimensionnelle de l'espace des visages : le modèle de Valentine .	17
II. Aspects configuraux et componentiels du visage . .	21
II.1. Saillance relative des traits faciaux . .	21
II.2. Informations de second-ordre, relationnelles et configurales . .	22
II.3. Autres facteurs influençant la reconnaissance du visage . .	25
III. Reconnaissance des visages familiers et des visages inconnus . .	26
III.1. Différence de traitement des visages familiers et inconnus . .	26
III.2. Identification des visages familiers .	27
IV. Bases neuronales de la reconnaissance des visages . .	29
IV.1. Latéralité hémisphérique et reconnaissance du visage .	29
IV.2. Régions cérébrales impliquées dans la reconnaissance du visage .	31
<b>Chapitre 2 : Le visage n'est pas seulement un identifiant universel . .</b>	<b>37</b>
I. Le traitement de l'expression faciale émotionnelle .	37
I.1. Les différentes catégories d'expressions faciales émotionnelles : la question de l'universalité . .	38
I.2. Le traitement des expressions faciales émotionnelles .	38
I.3. Les régions cérébrales impliquées dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle .	42
II. La catégorisation du genre .	43

II.1. Quelles sont les caractéristiques du visage qui permettent de distinguer les femmes des hommes ? .	44
II.2. Localisation cérébrale de la catégorisation du genre .	46
<b>Chapitre 3 : De la modularité de l'esprit... et des visages .</b>	<b>49</b>
I. Modularité, reconnaissance du visage et traitement de l'expression faciale émotionnelle . .	54
I.1. Etudes comportementales sur des participants sains .	54
I.2. Que nous disent la neuropsychologie et la neuropsychiatrie ? .	59
I.3. Que nous raconte le singe ... à propos des visages ? . .	67
I.4. L'imagerie cérébrale ... à la rescousse ? . .	68
II. Reconnaissance du visage et catégorisation du genre . .	70
II.1. Données comportementales obtenues sur des participants sains .	71
II.2. Peut-on conclure à une double dissociation du genre et de la reconnaissance ? .	72
II.3. Images cérébrales de la reconnaissance des visages et du genre .	73
III. Conclusions .	73
<b>Chapitre 4 : Caractéristiques du visage et traitement de l'information faciale .</b>	<b>77</b>
I. Le rôle des traits, de la configuration et des informations de surface dans le traitement de l'information faciale (Expérience 1) . .	78
I.1. Méthode . .	78
I.2. Résultats .	81
II. Conclusions . .	90
<b>Chapitre 5 : Fréquences spatiales et traitement de l'information faciale .</b>	<b>93</b>
I. Filtrage fréquentiel et traitement de l'information faciale (Expérience 2) .	97
I.1. Méthode . .	97
I.2. Résultats .	100
II. Conclusions . .	108
<b>Chapitre 6 : Influence du sourire et du genre sur la reconnaissance du visage .</b>	<b>111</b>
I. Influence du sourire sur la décision de familiarité (Expérience 3) .	112
I.1. Méthode . .	112
I.2. Résultats .	113

II. Influence du sourire sur l'évaluation de familiarité (Expérience 4) .	116
II.1. Méthode .	116
II.2. Résultats . .	116
III. Sourire et familiarité : quelques conclusions .	117
IV. Influence de la catégorisation du genre sur la recherche d'une célébrité (Expérience 5) ..	120
IV.1. Méthode .	121
IV.2. Résultats .	123
V. Influence de la catégorisation du genre sur la recherche d'un visage composite androgyné familiarisé (Expérience 6) .	126
V.1. Méthode .	127
V.2. Résultats .	128
VI. Conclusions sur l'influence de la catégorisation du genre sur la reconnaissance du visage .	129
<b>Chapitre 7 : Influence de la familiarité sur le traitement de l'expression faciale émotionnelle</b> ..	135
I. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle en fonction du temps de présentation des visages (Expérience 7) .	136
I.1. Méthode . .	136
I.2. Résultats .	138
II. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle de visages familiarisés (Expérience 8) . .	140
II.1. Méthode .	141
II.2. Résultats . .	142
III. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle de visages composites familiarisés (Expérience 9) .	145
III.1. Méthode . .	145
III.2. Résultats .	146
IV. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle de visages masqués (Expérience 10) .	148
IV.1. Méthode .	149
IV.2. Résultats .	150
V. Conclusions .	152

<b>Chapitre 8 : Schizophrénie et traitement de l'information faciale .</b>	<b>155</b>
I. Appariement de visages selon leur émotion et leur identité (Expérience 11) .	157
I.1. Méthode . .	157
I.2. Résultats .	160
II. Attention sélective et classification de l'expression faciale émotionnelle ou de l'identité (Expérience 12) . .	169
II.1. Méthode .	169
II.2. Résultats . .	170
III. Conclusions .	174
<b>Conclusion générale .</b>	<b>177</b>
<b>Références .</b>	<b>187</b>
<b>ANNEXE : Exemple de visage utilisé dans l'Expérience 2 .</b>	<b>217</b>

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur Guy Tiberghien, qui a été à l'origine de mes recherches et les a supervisées depuis plusieurs années, dans l'équipe "Cognition et Mémoire" dont il est le responsable à l'Institut des Sciences Cognitives.

Je remercie aussi tout le personnel de l'Institut des Sciences Cognitives (étudiants, chercheurs, personnel administratif et technique) ainsi que son Directeur, le Professeur Marc Jeannerod, pour le cadre agréable et stimulant dans lequel j'ai évolué durant ces trois dernières années. Je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui ont participé aux différentes expériences, plus particulièrement celles de l'Institut des Sciences Cognitives que j'ai si souvent sollicité.

Une partie des travaux présentés ici ont été réalisés dans le cadre du Groupement de Recherche CNRS "Cosmétiques et Parfums". Je remercie, au sein de ce groupement, tous ceux avec qui des échanges ont été possibles au cours des différentes réunions de travail et, plus particulièrement, M. André Holley, responsable de ce GDR, et M. Perrier, responsable recherche chez les parfums Christian Dior, qui m'ont financé personnellement, ainsi que Mustapha Bensafi et Juliette Richetin. Les recherches que je vais présenter ont été financées par le GDR "Cosmétiques et Parfums" ces trois dernières années et par la Région Rhône-Alpes les trois années précédentes.

Le travail que je vais présenter résulte de collaborations aussi multiples et diverses qu'enrichissantes. Tout d'abord, avec Stéphane Sansone avec qui nous avons eu de longues discussions - scientifiques ou non - lorsque j'étais encore à Grenoble et avec qui j'ai conçu et réalisé plusieurs expériences sur les relations entre reconnaissance du visage et traitement de l'expression faciale émotionnelle. Nos discussions m'ont permis de progresser au niveau scientifique mais aussi, et surtout, de surmonter d'autres obstacles qui n'étaient pas seulement liées à la recherche. Elles sont pour beaucoup dans le fait que mes travaux soient aujourd'hui rédigés et je regrette qu'elles ne lui aient pas été aussi bénéfiques. J'ai aussi eu l'occasion d'élargir mes champs d'intérêt grâce à une collaboration avec Flavie Martin et Nicolas Franck, avec qui les expériences sur la schizophrénie ont été réalisées. Parmi les autres personnes avec lesquelles j'ai travaillé à un moment ou à un autre, j'aimerais citer Catherine Padovan, Anne Pellegrin et Isabelle Verlut.

Certaines personnes ont aussi activement participé à ma réflexion et à mes orientations scientifiques, même si cela ne s'est pas (encore) traduit par une collaboration effective. Je pense, notamment, à Timothée Montoute avec qui nous avons eu des conversations ... comment dire ... enthousiastes, et ceci malgré les nombreux points sur lesquels nous nous rejoignons !!?

D'une manière générale, ce travail doit beaucoup à l'émulation et à la bonne ambiance qui règne dans l'équipe "Cognition et Mémoire", passée et présente, à savoir, pour celles que je n'ai pas encore cité, Yves Pierrot (pour qui j'ai une pensée), Frédéric Albert, Marie-Agnès Cathiard, Emmanuel Duriez, Fabrice Guillaume, Luc Rodet et Aïcha Rouibah. Et je n'oublie pas Olivier Morin.





---

A Tibou et Cécile



## Avant-propos

Les recherches qui sont présentées dans ce manuscrit se sont étalées sur six années de 1995 à 2001. Les trois premières années se sont déroulées au Laboratoire de Psychologie Expérimentale à Grenoble au cours d'une "première" thèse sur le thème de l'indépendance entre reconnaissance du visage et traitement de l'expression faciale émotionnelle. En 1998, plusieurs heureux événements ont donné un nouvel élan et une nouvelle orientation à mes travaux. Ces événements sont l'intégration de l'équipe "Cognition et Mémoire", à laquelle j'appartenais, à l'Institut des Sciences Cognitives à Lyon et l'obtention d'une allocation de recherche des parfums Christian Dior dans le cadre du GDR-CNRS "Cosmétiques et Parfums". Mon intérêt s'est alors porté sur le rôle des différentes caractéristiques du visage et des différentes bandes de fréquence du système visuel dans la reconnaissance de trois informations faciales : l'identité, l'expression faciale émotionnelle et le genre. Parallèlement, je me suis aussi intéressé au poids relatif de différents paramètres faciaux dans l'attrance ainsi que dans la différenciation des genres et des personnes. La durée de ma thèse et les nombreuses collaborations ont permis la réalisation d'un grand nombre d'expériences. Elles ne seront pas toutes présentées ici pour des raisons de clarté et de cohérence. Seules seront présentées des expériences reliées directement à la problématique de cette thèse, à savoir la question de l'indépendance entre les différents processus de traitement de l'information faciale.



# Introduction

Le visage est un stimulus dont l'importance et la particularité ont été fréquemment remarquées dans la littérature scientifique. Il est tout d'abord un élément prépondérant de la vie sociale. Il nous permet d'identifier une personne et ainsi de retrouver un ensemble d'informations sémantiques et épisodiques qui lui sont propres. Son nom, sa profession ou des souvenirs épisodiques sur ses dernières rencontres peuvent ainsi être utilisés dans l'échange. Par ailleurs, il nous apporte un grand nombre d'informations, que l'on connaisse ou non la personne. Par exemple, il permet de déterminer si on a affaire à une femme ou à un homme, à un enfant, un adolescent, un adulte ou une personne âgée ou, encore, à une personne d'origine caucasienne, africaine ou asiatique. Le visage est aussi un élément fondamental de la communication des états émotionnels ; il permet d'inférer l'état émotionnel d'un tiers et l'informe, parfois à notre insu, sur le nôtre. Il permet également de simuler certaines émotions. Enfin, il est une source d'inférences sur la personnalité ou les compétences. A ce titre, il est souvent utilisé pour se former une impression sur, par exemple, l'intelligence, l'honnêteté ou l'attrance.

Malgré cette multitude d'informations, le visage est un stimulus particulièrement facile à traiter. Sa reconnaissance se fait très rapidement, en moins d'une seconde, sans effort apparent et quasi automatiquement. De plus, le nombre de visages différents qu'il est possible d'apprendre ne semble pas limité et l'apprentissage d'un nouveau visage se fait rapidement et facilement. On peut ainsi reconnaître le visage de personnes qu'on n'a pas vu depuis 35 ans avec une très bonne précision (e. g., H. Bahrick, O. Bahrick, & Wittlinger, 1975). Cette capacité élevée conduit de nombreux chercheurs à considérer que tout homme est un "expert" de la reconnaissance du visage (e. g., Diamond & Carey,

1986 ; H. Ellis, 1981). Plusieurs recherches indiquent que cette capacité est très précoce : même si le nouveau-né n'est pas encore un *expert*, il discrimine dès les premiers jours le visage de leur mère de visages étrangers (e. g., Bushnell, Sai, & Mullin, 1989). Il se tourne aussi de préférence vers des visages, même schématiques, plutôt que vers d'autres objets de complexité pourtant équivalente (e. g., Goren, Sarty, & Wu, 1975 ; Johnson, Dziurawiec, H. Ellis, & Morton, 1991). Dans les 6 premiers mois, il distingue des visages jeunes de visages âgés et des visages féminins de visages masculins. Vers 5 à 7 mois, il parvient à apprendre et à reconnaître de nouveaux visages (voir Carey, 1992).

Le visage est pourtant un stimulus visuellement ambigu : deux visages se ressemblent beaucoup par comparaison à d'autres catégories de stimuli. La forme générale varie peu, les différentes parties qui le constituent sont toujours les mêmes, avec à peu près la même forme et la même position relative. Leur discrimination nécessite donc des mécanismes fins. De plus, la reconnaissance d'un visage implique de déterminer son unicité : il faut le distinguer de tous les autres exemplaires de la catégorie. Ceci constitue d'ailleurs une nouvelle particularité du visage par rapport aux autres catégories d'objets ou, généralement, il s'agit uniquement de déterminer si un stimulus appartient ou non à la catégorie.

Les particularités du visage ont conduit de nombreux chercheurs à postuler l'existence d'un "module" spécifiquement dédié au traitement de ce type d'information (e. g., Bruce & Young, 1986 ; Fodor, 1983 ; Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997). Selon eux, seul un module spécialisé dans le traitement de ce type de stimuli, effectuant des opérations automatiques et "encapsulées", c'est à dire indépendantes du reste du système cognitif, peut permettre un traitement du visage aussi rapide et précis<sup>1</sup>. Ce module général pourrait être décomposé en différents sous-systèmes spécialisés dans le traitement d'informations faciales spécifiques. Par exemple, un module serait impliqué dans la reconnaissance du visage et serait distinct et indépendant du module chargé du traitement de l'expression faciale émotionnelle ou de celui chargé de la catégorisation du genre (ces deux derniers modules étant eux même indépendants). Ce découpage en modules est présenté comme la meilleure - voire la seule - architecture possible de la capacité humaine pour ce type de stimuli. De nombreuses recherches ont été conduites pour tenter de la valider dans des disciplines aussi diverses que la psychologie cognitive, la neuropsychologie ou la neurophysiologie. Ces recherches avaient pour objectif de parvenir à dissocier les modules hypothétiques spécialisés dans le traitement d'informations faciales spécifiques. Ainsi, le domaine d'étude de la reconnaissance du visage est devenu un point de convergence important des différentes disciplines constitutives des sciences cognitives.

Un modèle récapitule clairement cet état d'esprit de la théorie que nous venons de décrire ; il s'agit du modèle élaboré par Bruce et Young (1986). Il est d'ailleurs encore actuellement le modèle dominant du champ, même si de nouvelles propositions théoriques commencent à émerger (e. g., Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000). Depuis sa

---

<sup>1</sup> Tout au long de ce mémoire, le terme de *module* fera toujours référence à la définition fodorienne de cette notion. Nous préférons le terme de *processus* quand nous parlerons de traitements qui ne présentent pas, selon nous, les caractéristiques de modularité et d'encapsulation décrites par Fodor (1983).

publication, ce modèle a été présenté à de très nombreuses reprises avec, parfois, quelques modifications ou précisions notables (e. g., Bruce, 1988, 1996 ; Bruce & Young, 1998 ; Burton, Bruce, & Johnston, 1990 ; Young, 1992, 1998 ; Young & Bruce, 1991). Mais l'hypothèse sous-jacente de modularité n'a jamais été remise en cause. Nous présenterons donc la version originale (Figure 1).

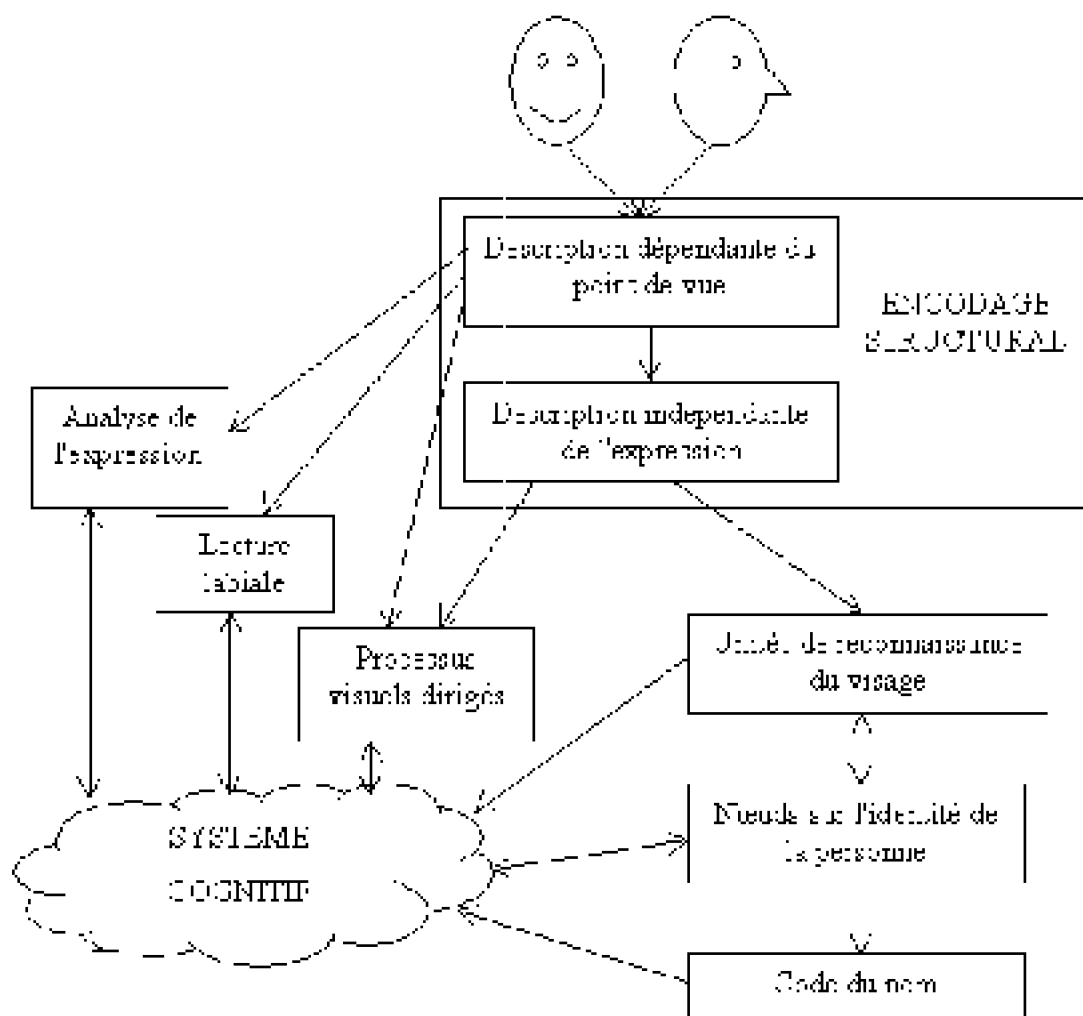


Figure 1 : Adaptation du modèle de Bruce et Young (1986).

Selon ce modèle, la vue d'un visage donne d'abord lieu à un encodage structural où deux types de codes sont extraits. Le premier est un code "pictural", qui correspond à une description du visage dépendante du point de vue et qui capture les aspects proprement visuels de l'image (grain et texture, illumination, pose, expression). Le second est un code structural, qui correspond à une description indépendante du point de vue et qui capture les aspects structuraux et invariants du visage. Les informations changeantes (telles que la luminosité ou l'expression), ne sont pas codées à ce niveau. Par ailleurs, on dispose en mémoire d'un certain nombre de représentations mnésiques des visages des personnes que l'on connaît. Ces représentations, appelées Unités de Reconnaissance du Visage

(URVs) dans le modèle, sont considérées comme des codes structuraux correspondant à la configuration du visage d'un individu donné. Il existe autant d'URVs que de personnes connues. Bruce et Young (1986) proposent même que plusieurs URVs existent pour une même personne selon les poses. Lorsque l'on voit un visage, le résultat de l'encodage structural est comparé au stock des URVs. Si le visage appartient à quelqu'un de connu, une URV est alors activée. Cette dernière activation permet au système cognitif de savoir que la personne lui est familière. L'activation de cette URV permet alors de retrouver les informations sémantiques qui concerne la personne (e. g. : profession, adresse, souvenirs épisodiques particuliers). La récupération du nom et l'identification complète de la personne est alors possible.

Parallèlement à la reconnaissance, plusieurs autres informations peuvent être extraites. L'analyse de l'expression faciale peut notamment s'effectuer à partir de la représentation dépendante du point de vue. Toujours à partir de cette représentation, il est possible de lire sur les lèvres pour anticiper les mots prononcés. Enfin, à partir des codes picturaux et structuraux, on peut extraire de nombreuses informations sémantiques dérivées de l'analyse visuelle de la structure du visage (par exemple, le genre ou l'âge). Bruce et Young (1986) considèrent que les différentes informations sont extraites en parallèle et indépendamment les unes des autres. En d'autres termes, la reconnaissance, l'analyse de l'expression, la lecture labiale, et les processus visuels dirigés opèrent sans interférence. Cette hypothèse d'indépendance des différents processus de traitement de l'information faciale est, encore aujourd'hui, vigoureusement défendue par de nombreux d'auteurs (e. g., Bruce & Young, 1998 ; Campbell, Brooks, De Haan, & Roberts, 1996 ; Nachson, 1995 ; Young & Bruce, 1991). Cependant, depuis quelques années, des données contradictoires, de plus en plus nombreuses, amènent plusieurs auteurs à nuancer cette hypothèse (e. g., Dolan, Fletcher, Morris, Kapur, Deakin, & Frith, 1996 ; Dubois, Rossion, Schiltz, Bodart, Michel, Bruyer, & Crommelinck, 1999 ; Sansone & Tiberghien, 1994 ; Schweinberger, Burton, & Kelly, 1999 ; Schweinberger & Soukup, 1998).

Tout au long de ce travail, nous nous intéresserons aux processus mis en oeuvre dans le traitement de l'information faciale. Dans un premier temps, nous ferons le point sur l'état actuel de la littérature concernant la reconnaissance du visage (Chapitre 1), le traitement de l'expression faciale émotionnelle et la catégorisation du genre (Chapitre 2). Nous analyserons aussi les données qui étayent ou contredisent l'hypothèse d'indépendance du traitement de ces trois informations (Chapitre 3). Nous tenterons alors de déterminer le poids des différentes parties du visage (Chapitre 4) et des différentes bandes de fréquences spatiales (Chapitre 5). Nous présenterons aussi les recherches que nous avons menées et qui indiquent que, d'une part, la reconnaissance peut être influencée par l'expression faciale émotionnelle et le genre du visage (Chapitre 6) et, d'autre part, la familiarité du visage peut influencer le traitement de son expression faciale émotionnelle (Chapitre 7). Nous présenterons, enfin, une étude des capacités de traitement de l'information faciale chez des patients schizophrènes (Chapitre 8), qui permettra d'éclairer, par une méthode pathologique, la nature cognitive des relations entre traitement de l'expression et traitement de l'identité. En conclusion, nous proposerons une nouvelle conception théorique et une nouvelle architecture des processus cognitifs de



---

traitement de l'information faciale.



# Chapitre 1 : Reconnaissance du visage et identification de la personne

La question de savoir comment un visage est reconnu est maintenant soulevée depuis de nombreuses années. Dans les années 80, particulièrement, plusieurs auteurs ont tenté de rendre compte des données de l'époque et plusieurs modélisations ont vu le jour (voir, par exemple, Bruce & Young, 1986 ; Bruyer, 1987a, 1990 ; Tiberghien, 1983, 1988 ; Valentine, 1991). Parmi les phénomènes étudiés, plusieurs suggèrent que la mémorisation et la reconnaissance d'un visage opèrent à partir d'une norme ou d'un prototype. Plus exactement, il semble qu'un visage soit appris et reconnu à partir de ses déviations par rapport à un prototype facial. Les phénomènes en question sont les effets de distinctivité et de caricature ainsi que l'effet de race.

Une autre approche a consisté à tenter de déterminer quels sont les traits du visage qui permettent de l'identifier. Ces études cherchaient ainsi à identifier les traits permettant de distinguer les individus. Cette approche a toutefois rapidement atteint ses limites. On s'est rendu compte que, étant donné le nombre limité de traits faciaux et la grande similarité des visages, il n'était pas possible d'expliquer la mémoire des visages par une telle approche, essentiellement componentielle et analytique. On peut reconnaître plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de personnes à partir de leur visage. Or, tous ces visages ont exactement les mêmes traits principaux (deux yeux, une bouche, un nez, etc.). De plus, ces traits ont toujours la même position relative. Par ailleurs, un aspect particulier d'un trait du visage (par exemple, la couleur des cheveux ou des yeux) est

partagé par plusieurs individus. Enfin, un visage peut donner lieu à une identification très rapide, en moins d'une seconde, ce qui est difficilement compatible avec une reconnaissance composant par composant. C'est sans doute la raison pour laquelle de nombreux auteurs se sont intéressés aux informations de "second ordre", de type relationnel et configural. Ils ont montré, par différents moyens, que ce type d'information est essentiel pour la reconnaissance du visage.

Finalement, les premières études n'utilisaient que des visages inconnus. Or, depuis les années 80, plusieurs auteurs ont montré que les visages familiers et inconnus ne sont pas traités de la même manière. A partir de là, des propositions ont été avancées pour modéliser l'ensemble des étapes cognitives permettant l'identification "complète" de la personne, comprenant l'accès à des informations sémantiques spécifiques et au nom.

## I. Reconnaissance et caractéristiques distinctives du visage

Le rôle important des aspects distinctifs du visage dans sa reconnaissance a été mis en évidence de trois façons différentes : a) par l'étude des effets de distinctivité où la reconnaissance de visages distinctifs est comparée à celle de visages typiques ; b) la technique de caricature qui consiste à exagérer les caractéristiques distinctives d'un visage ; c) l'étude de l'effet de race où la reconnaissance des visages d'un autre groupe ethnique est comparée à celle des visages de son propre groupe.

### I.1. Reconnaissance du visage et distinctivité

---

Les visages sont une catégorie de stimuli structurée dans le sens où il existe une similarité de structure entre les différents exemplaires. On peut ainsi distinguer de "bons" et de "mauvais" exemplaires selon que la structure du visage correspond plus ou moins à la structure habituelle ou moyenne de l'ensemble des visages (Rosch, 1973 ; Rosch & Mervis, 1975 ; Rosch, Simpson, & Miller, 1976).

Pour les visages, un effet de distinctivité a été mis à jour : les visages jugés distinctifs ou inhabituels sont mieux reconnus que les visages typiques ou habituels. Ce phénomène a été fréquemment décrit au moyen d'une grande variété d'indicateurs, comme le taux ou la latence des reconnaissances correctes, le taux des fausses alarmes, la discriminabilité et la certitude de la réponse (e. g., Bartlett, Hurry, & Thorley, 1984 ; Brigham, 1990 ; Bruyer & Courvoisier, 1990 ; Going & Read, 1974 ; Light, Kayra-Stuart, & Hollander, 1979 ; Winograd, 1981). L'effet habituel de la distinctivité est cependant inversé lorsque la tâche est de déterminer si le stimulus est un visage ou non (i.e., visage intact ou visage dont les traits sont mélangés). Dans ce cas, les sujets prennent plus de temps pour dire qu'une configuration appartient à la catégorie "visage" si elle est distinctive plutôt que typique (Valentine, 1991 ; Valentine & Bruce, 1986a ; Valentine & Endo, 1992).

Light et al. (1979) ont proposé d'expliquer l'effet de distinctivité en prenant en considération la similarité entre les stimuli. Ils ont suggéré qu'un visage distinctif a une probabilité plus élevée d'activer la trace mnésique qui lui correspond car cette dernière est peu similaire aux traces mnésiques des autres visages. En l'absence de trace mnésique (i.e., pour un visage inconnu), le jugement de reconnaissance se baserait sur une trace "schématique" de la structure de l'ensemble des traces mnésiques de la catégorie (ce qui correspond à un prototype). Une telle hypothèse prédit, dans ce cas, plus de fausses alarmes pour les visages typiques. Valentine et Bruce (1986a, 1986b) ont proposé une autre explication selon laquelle un prototype facial est extrait à partir des visages précédemment rencontrés. Un visage est alors stocké comme un ensemble de transformations requises pour apparier ce visage au prototype. En d'autres termes, un visage est stocké en mémoire comme l'ensemble des variations qu'il présente par rapport au prototype. L'effet de distinctivité résulte alors du fait que plus un visage est distinctif plus il présente de variations au prototype et, par conséquent, plus riches et plus nombreuses seront les informations qui permettent de le distinguer des autres visages en mémoire.

### **I.2. Reconnaissance du visage et caricature**

---

Une caricature est définie comme une exagération des traits distinctifs qui individualisent le visage d'une personne donnée (Perkins, 1975). Rhodes, Brennan et Carey (1987) ont généré, par ordinateur, des caricatures de visages véridiques en reliant par des lignes les coordonnées de 169 points spécifiés sur chaque visage. A partir de ces coordonnées, ils ont calculé une norme en moyennant l'ensemble des visages (ce qui revient, en quelque sorte, à extraire un visage prototypique). Des caricatures ont ensuite été créées en augmentant de manière proportionnelle les distances entre les traits d'un visage donné et la norme. Cette manipulation exagère les traits du visage qui sont éloignés de la norme, c'est à dire les traits distinctifs. Des "anti-caricatures" peuvent aussi être créées en diminuant ces distances. Rhodes et al. (1987) ont alors observé que les caricatures sont reconnues plus rapidement que les visages d'origine, ceux-ci étant eux-mêmes reconnus plus rapidement que les anti-caricatures. L'influence bénéfique de la caricature sur la reconnaissance du visage a été observée à plusieurs reprises (Benson & Perrett, 1991, 1994 ; Calder, Young, Benson, & Perrett, 1996 ; Rhodes & Moody, 1990 ; Stevenage, 1995a, 1995b). Par contre, comme pour l'effet de distinctivité, l'effet de caricature est inversé sur les tâches de classification : les caricatures sont plus longues à classer comme appartenant à la catégorie des visages (Stevenage, 1995a).

L'effet de caricature peut, à bien des égards, être rapproché de l'effet de distinctivité. La principale différence est que la distinctivité concerne des différences entre individus, certains étant moins similaires à la moyenne des visages que les autres. La caricature touche un seul et même individu dont les traits distinctifs ont été exagérés. Dans les deux cas, cependant, l'effet s'explique par l'exagération des différences par rapport à un visage d'origine. Ces deux effets sont donc expliqués par l'existence d'un prototype facial (Rhodes et al., 1987 ; voir aussi Valentine, 1991). Par exemple, Rhodes et al. (1987) ont interprété l'effet de caricature en supposant que les visages sont encodés par leurs

aspects distinctifs en référence à un visage norme ou moyen. L'accentuation de ces aspects distinctifs favoriserait alors leur reconnaissance. Calder et al. (1996) ont conclu que la caricature augmente la distinctivité des visages.

### I.3. Reconnaissance du visage et effet de race

---

L'effet de race consiste en ce que les visages des autres groupes ethniques sont plus difficiles à distinguer entre eux ou à reconnaître que les visages du groupe ethnique d'appartenance. Comme l'effet de distinctivité, cet effet a donné lieu à un très grand nombre d'études portant sur des groupes ethniques blancs caucasiens, noirs africains ou asiatiques (Bothwell, Brigham, & Malpass, 1989 ; Brigham, 1986 ; Carroo, 1986, 1987 ; Chance, Goldstein, & McBride, 1975 ; Chiroro & Valentine, 1995 ; Lindsay, Jack, & Christian, 1991 ; Lindsay, & Wells, 1983 ; Ng & Lindsay, 1994 ; Rhodes, Ronke, & Tan, 1990 ; Rhodes, Tan, Brake, & Taylor, 1989 ; Shapiro & Penrod, 1986 ; Shepherd, 1981 ; Valentine & Bruce, 1986b ; Valentine & Endo, 1992). La très grande majorité des études a montré que la reconnaissance de visages du groupe ethnique d'appartenance est meilleure que celle de visages d'autres groupes ethniques. Par ailleurs, les visages du groupe d'appartenance sont jugés plus distinctifs que les visages des autres groupes ethniques (Chiroro & Valentine, 1995 ; Valentine & Endo, 1992 ; Van Wallendael & Kuhn, 1997). L'utilisation d'une tâche de classification (visage-non visage) permet aussi de faire émerger un effet de race : les participants catégorisent moins rapidement les visages des autres groupes ethniques que ceux de leur propre groupe ethnique (Valentine, 1991 ; mais voir Valentine & Endo, 1992). Une asymétrie hémisphérique a même été mise en évidence (Bruyer & Schweich, 1987). Dans l'étude de Bruyer et Schweich (1987), par exemple, l'effet de race était plus important quand les visages étaient présentés dans le champ visuel gauche (i.e., à l'hémisphère droit). De plus, l'effet de race diminuait avec la familiarisation, mais uniquement dans ce champ visuel gauche.

L'entraînement et l'expertise sont très certainement à l'origine de cet effet. Rencontrant généralement plus d'individus du groupe ethnique d'appartenance, nous développons naturellement une expertise qui concerne directement ce type de visages. Les visages des autres groupes, qui se distinguent entre eux par des caractéristiques faciales différentes de celles du groupe d'appartenance, seront alors plus difficiles à discriminer (Shepherd, 1981 ; Shepherd & Derogowski, 1981). Dans ce sens, on a observé une diminution de l'effet de race chez des individus fréquentant souvent d'autres groupes ethniques (Carroo, 1986, 1987 ; Chiroro & Valentine, 1995 ; Lavrakas, Buri, & Mayzner, 1976) ou lorsqu'on entraînant des participants à discriminer et à reconnaître les visages de ces groupes (Goldstein & Chance, 1985 ; Lavrakas et al., 1976). Par ailleurs, plusieurs études indiquent que la stratégie habituellement mise en oeuvre pour reconnaître les visages du groupe d'appartenance (stratégie responsable de notre expertise), ne l'est pas pour les visages des autres groupes ethniques. Le renversement du visage dans le plan fronto-parallèle<sup>2</sup> peut ainsi perturber davantage la reconnaissance des visages du groupe d'appartenance que celle des autres groupes (Rhodes et al., 1989

---

<sup>2</sup> Cette manipulation est censée empêcher le traitement habituel ou "expert" du visage.

; mais, pour une observation inverse, voir Valentine & Bruce, 1986b). La description verbale des traits favorise la reconnaissance des visages d'autres groupes (Fallshore & Schooler, 1995) alors qu'elle gêne celle des visages du groupe d'appartenance (Dodson, Johnson, & Schooler, 1997 ; Finger & Pezdek, 1999). Finalement, l'effet de race est moins fort lorsque les visages sont présentés dans le champ visuel droit et la familiarisation ne permet d'augmenter les performances que pour les visages présentés dans le champ visuel gauche (Bruyer & Schweich, 1987).

Goldstein et Chance (1980) ont expliqué l'effet de race par l'utilisation d'un "schéma facial"<sup>3</sup> (voir aussi Valentine, 1991). Ce dernier serait acquis sur la base de l'apprentissage d'une population de visages rencontrée dans la vie quotidienne et il se développerait avec l'âge. Les visages rencontrés ultérieurement seraient alors traités en référence à ce schéma, qui deviendrait plus rigide et donc moins efficace pour traiter les stimuli inhabituels, comme les visages des autres groupes ethniques.

### **I.4. Une métaphore multidimensionnelle de l'espace des visages : le modèle de Valentine**

---

Pendant longtemps, les différents effets observés sur la reconnaissance des visages, et notamment les effets de distinctivité, de caricature et de race, ont été étudiés séparément, donnant lieu à des explications théoriques et à des modèles différents. Cependant, Valentine (1991) a noté de grandes similitudes entre ces modèles. Valentine et Bruce (1986a, 1986b) rendaient compte de l'effet de distinctivité en se référant à un "prototype" facial. Rhodes et al. (1987) parlaient, eux, d'une "norme" pour expliquer la meilleure reconnaissance des caricatures. Ces deux interprétations présentent une grande ressemblance avec la théorie du "schéma facial" proposée par Goldstein et Chance (1980) pour expliquer l'effet de race et l'effet de renversement (pour le renversement, voir aussi Diamond & Carey, 1986). Qu'il s'agisse d'un prototype, d'une norme ou d'un schéma facial, ces modèles supposent tous que les effets dont ils rendent compte s'expliquent à partir d'un visage "moyen" qui est abstrait à partir de la population des visages précédemment rencontrés. Valentine (1991) parle de modèles d'encodage à partir d'une norme.

Valentine (1991) rend compte des différents effets observés dans la reconnaissance du visage en postulant un espace multidimensionnel (voir aussi : Valentine, 2001 ; Valentine, Chiroro, & Dixon, 1995 ; Valentine & Endo, 1992). Les  $n$  dimensions de cet espace correspondent aux différents traits physiologiques qui sont utilisés pour encoder les visages. Sur la base d'études antérieures (e. g., Shepherd & Deregowski, 1981), elles peuvent correspondre, par exemple, à la couleur des cheveux ou à leur longueur, à la forme générale du visage ou à l'âge. Le nombre de ces dimensions doit être suffisamment grand pour représenter tous les aspects d'un visage permettant de le distinguer des autres visages. Valentine (1991) considère que cet espace est un espace euclidien pour des raisons de clarté et de simplicité et en l'absence d'évidence en faveur d'une métrique plus appropriée. L'origine de cet espace correspond à la tendance centrale des

---

<sup>3</sup> Goldstein et chance (1980) utilisent aussi cette notion pour expliquer l'effet de renversement du visage.

différentes dimensions. Les différents visages mémorisés se répartissent dans l'espace autour de cette tendance centrale en fonction de leurs caractères spécifiques (Figure 2). Par définition, les visages typiques (i.e. qui se distinguent peu de la moyenne des visages) sont plus proches de la valeur centrale que les visages distinctifs ( i.e., qui se distinguent fortement de la moyenne des visages sur un ou plusieurs traits). De plus, Valentine considère que l'on est plus souvent confronté à des visages typiques qu'à des visages distinctifs. La densité des points dans l'espace (i.e., le nombre de visages précédemment vus) est donc plus importante autour de la valeur centrale, et diminue lorsqu'on s'en éloigne. Par ailleurs, les différents points correspondent aux visages qui ont été vus précédemment, c'est à dire non seulement les visages familiers (qu'on peut reconnaître), mais aussi tout visage rencontré, même s'il ne peut effectivement être reconnu (soit qu'il n'ait pas donné lieu à un encodage suffisant, soit qu'il ait été "oublié"). Une connaissance implicite dérivée de l'expérience de la vie quotidienne contribue donc à la distribution des visages dans l'espace multidimensionnel.

Dans cet espace, les visages sont encodés en termes de déviation par rapport à la valeur centrale, à l'origine de l'espace. Le nombre de dimensions étant noté  $n$ , un vecteur à  $n$  dimensions partant de l'origine représente les valeurs des différentes caractéristiques d'un visage donné. Le processus de reconnaissance est considéré comme impliquant deux étapes. Le visage perçu est d'abord encodé comme un vecteur à  $n$  dimensions. L'encodage prend en compte le bruit qui va dépendre des conditions d'encodage, ce que Valentine appelle l'erreur associée. Ainsi, lorsque ces conditions seront difficiles, le vecteur dérivé aura une erreur associée qui sera importante, ce qui peut être représenté comme une zone d'incertitude autour des coordonnées du vecteur. Un processus de décision est ensuite mis en oeuvre pour déterminer si ce vecteur correspond à un vecteur familier ou non. Ce processus de décision prend en considération, d'une part, l'erreur associée au stimulus lors de l'encodage et, d'autre part, une mesure de similarité entre le vecteur du stimulus et le ou les vecteur(s) des visages les plus proches en mémoire.



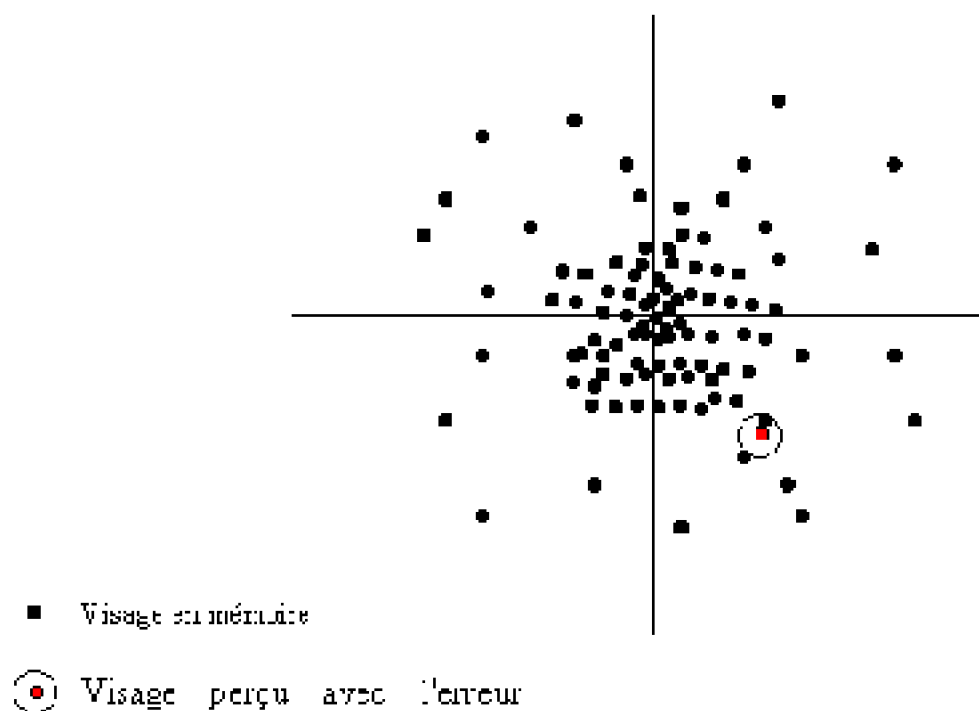


Figure 2 : Représentation, restreinte à deux dimensions, du modèle de l'espace multidimensionnel des visages (Valentine, 1991).

Valentine montre qu'il est possible d'utiliser l'espace multidimensionnel pour expliquer les effets de distinctivité, de caricature et de race, voire même de renversement. Pour ce qui est de l'effet de distinctivité, les visages distinctifs sont localisés dans des régions éloignées de l'origine, où la densité des points est faible. Par conséquent, la décision de reconnaissance (i.e., le visage perçu est localisé dans une région où se trouve un visage appris) ou de rejet (i.e., aucun visage ne se trouve dans la région localisée) est relativement facile. Si, au contraire, le visage familier est typique, sa localisation tombe dans une région à forte densité de points. Même si la localisation est proche de celle de la représentation mnésique, elle le sera aussi de celles d'autres visages. La décision sera alors plus difficile, plus lente, et plus sensible à l'erreur. Dans le cas où le visage typique est inconnu, il sera localisé dans une région à forte densité de points et, par conséquent, le risque de fausse reconnaissance sera accru. L'effet de caricature peut lui s'expliquer par l'exagération des caractéristiques distinctives, c'est à dire par un éloignement de la zone de forte densité.

L'effet de race s'explique par le fait que les dimensions de l'espace sont déterminées par leur capacité à différencier les visages rencontrés. Ces dimensions ne sont donc pas forcément appropriées pour les visages des autres groupes ethniques. Selon Valentine, même si les visages des autres groupes ethniques sont éloignés de la valeur centrale des visages de son propre groupe ethnique, ils sont regroupés avec une forte densité autour de leur propre valeur centrale. L'effet de race s'expliquerait donc à la fois par la distance à

la norme et la densité des exemplaires. En effet, la discrimination peut résulter d'une évaluation de la différence entre deux vecteurs partant de l'origine. Dans ces conditions, à distance inter-faciale égale, deux visages proches de l'origine forment un angle plus ouvert que deux visages éloignés de l'origine. Valentine explique l'effet du renversement du visage par une augmentation de l'erreur associée. Finalement, dans les tâches de décision faciale (visage vs. non-visage), le temps de catégorisation devrait être d'autant plus long que le visage est éloigné de l'origine de l'espace, i.e. quand il est distinctif, caricaturé ou qu'il appartient à un autre groupe ethnique.

Valentine souligne qu'il n'est pas obligatoire de postuler l'abstraction d'une norme. Une explication alternative, qui se base sur la similarité entre les stimuli, peut aussi rendre compte des effets décrits (e. g., Medin & Schaffer, 1978 ; Nosofsky, 1986). Dans le cadre de cette théorie, seuls les différents exemplaires de la catégorie sont stockés en mémoire. Toute tâche impliquant l'encodage de visages est alors réalisée en prenant en compte la similarité entre l'ensemble des exemplaires stockés et l'exemplaire en cours de traitement. Valentine parle de modèles d'encodage à partir des exemplaires. L'encodage d'un visage va alors consister à localiser ce stimulus dans l'espace, non pas sous la forme d'un vecteur à  $n$  dimensions mais en fonction des coordonnées extraites des valeurs des différentes dimensions. Comme pour les modèles d'encodage à partir d'une norme, l'encodage s'accompagne d'une estimation de l'erreur. Le processus de décision s'appuie, non pas sur des mesures de similarité entre vecteurs, mais sur l'estimation de la distance entre les coordonnées du visage et les coordonnées du ou des visages les plus proches. Les deux types de modèles sont donc des modèles dits de "voisin le plus proche". Ils diffèrent, principalement, sur deux points : a) l'intervention, éventuelle ou non, d'une norme abstraite dans le codage ; b) l'utilisation d'une mesure de similarité basée soit sur des vecteurs soit sur des distances (pour une discussion supplémentaire sur ce point, voir Valentine, 1990, 1991). En 1991, Valentine ne choisit pas entre ces deux modèles. Cependant, il penchera plus tard pour un modèle d'encodage à partir des exemplaires (e. g., Valentine & Endo, 1992).

La métaphore de l'espace multidimensionnel proposée par Valentine rend compte de façon satisfaisante des divers effets observés dans la reconnaissance des visages. Toutefois, quelques points demeurent encore obscurs. Tout d'abord, comme l'a souligné Valentine, la nature exacte des mécanismes de décision reste à spécifier. De plus, la nature des dimensions qui composent cet espace restent à déterminer et le choix d'une métrique euclidienne peut être lui-même discuté. La référence aux modèles d'encodage par rapport à une norme soulève une nouvelle question : y-a-t-il une ou plusieurs normes ? Valentine a développé sa démonstration en considérant qu'une seule norme est utilisée pour coder toutes les catégories de visages, quels que soit le groupe ethnique ou le genre, par exemple. Il s'inscrit donc dans le droit fil des postulats de Valentine et Bruce (1986). Cependant, comme il le souligne lui-même, d'autres auteurs postulent des normes spécifiques pour des catégories de visages d'origine ethnique ou de genre différents (e. g., Rhodes et al., 1987 ; H. Ellis, 1981). L'hypothèse d'une multiplicité des normes pose alors le problème du choix de la norme appropriée. Mais l'hypothèse d'une norme unique pose des questions encore plus délicates. Ainsi, avec plusieurs catégories de visages, il n'y a pas de raison que la densité de visages soit plus importante à l'origine de l'espace

multidimensionnel. La Figure 3 illustre ce point de vue en ne considérant que deux variables, l'origine ethnique et le genre.

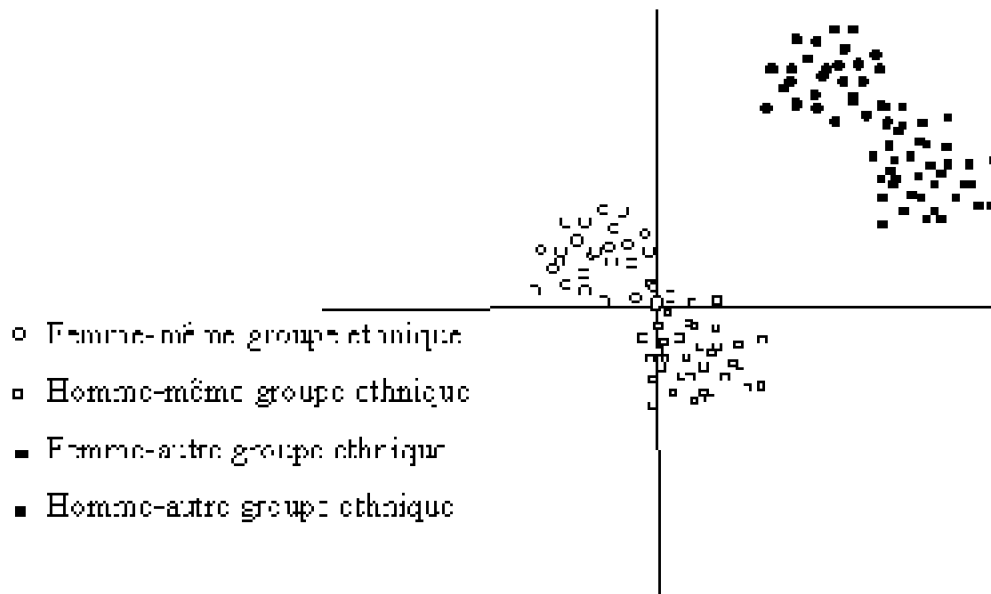


Figure 3 : Localisation de différentes catégories de visages dans l'espace multidimensionnel avec une norme unique.

On constate aisément qu'il existe des zones différentes de forte densité selon le genre ou l'origine ethnique des visages. La tendance centrale ne correspond donc pas à une zone de forte densité, mais à la région intermédiaire entre plusieurs de ces zones. Ainsi, un visage proche de cette tendance centrale, i.e. un visage typique selon la définition de Valentine (1991), sera un visage inhabituel (pour un raisonnement similaire, voir Burton & Vokey, 1998 ; Wickham, Morris, & Fritz, 2000).

## II. Aspects configuraux et componentiels du visage

### II.1. Saillance relative des traits faciaux

La méthode générale qui a d'abord été utilisée pour étudier le rôle des différents traits faciaux consistait à les présenter ou à les masquer isolément. Les participants devaient alors réaliser une tâche d'appariement entre ces traits et le visage d'une personne inconnue (e. g., Shepherd, Davies, & H. Ellis, 1981 ; Shepherd & Deregowski, 1981). Dans ces recherches, la couleur et la longueur des cheveux sont les traits les plus importants, suivis par la forme du visage et l'âge. Le nez, lui, n'a qu'une faible importance. Une autre méthode consistait à présenter deux visages identiques ou différant par un trait facial (un trait étant remplacé par le même trait d'un autre visage). La tâche était de décider s'il s'agit de la même personne ou non. En employant cette méthode, Endo (1982)

a observé que les participants font plus de fausses alarmes (i.e. ne perçoivent pas le changement de trait) lorsque le nez est changé. Les fausses alarmes sont moins nombreuses quand la bouche et le menton sont changés, les scores les plus faibles étant observés quand les yeux et les cheveux sont changés. Dans le même registre, Roberts et Bruce (1988) ont utilisé des visages célèbres dont les yeux, le nez ou la bouche ont été dissimulés ; ils demandaient à leurs participants un jugement de familiarité. Ils ont alors observé que les yeux jouent le rôle le plus important dans la reconnaissance de la familiarité des visages, devant la bouche, puis le nez.

L'étude de la saillance relative des différents traits faciaux indique donc un rôle prépondérant des cheveux, de la forme du visage et des yeux, mais un rôle moins important de la bouche et du menton, le nez ne semblant avoir aucun rôle particulier. Ces observations sont cohérentes avec les études qui indiquent une meilleure reconnaissance de visages à partir de la moitié supérieure plutôt qu'à partir de la moitié inférieure (Kottor, 1989).

Cependant, ces études sont limitées pour différentes raisons. Tout d'abord, le pattern de performances peut varier selon les visages (Haig, 1986). Ensuite, comme nous l'avons déjà souligné, l'expertise humaine pour reconnaître les visages ne peut s'expliquer par l'analyse componentielle des différents traits faciaux. Plusieurs chercheurs se sont alors orientés vers l'étude du rôle des informations relationnelles de second ordre, appelées aussi informations configurales (e. g., Carey & Diamond, 1977 ; Davidoff, 1986). L'hypothèse défendue est ici que la reconnaissance se fonde sur les relations spatiales entre les différents traits plutôt que sur les traits eux-mêmes.

## **II.2. Informations de second-ordre, relationnelles et configurales**

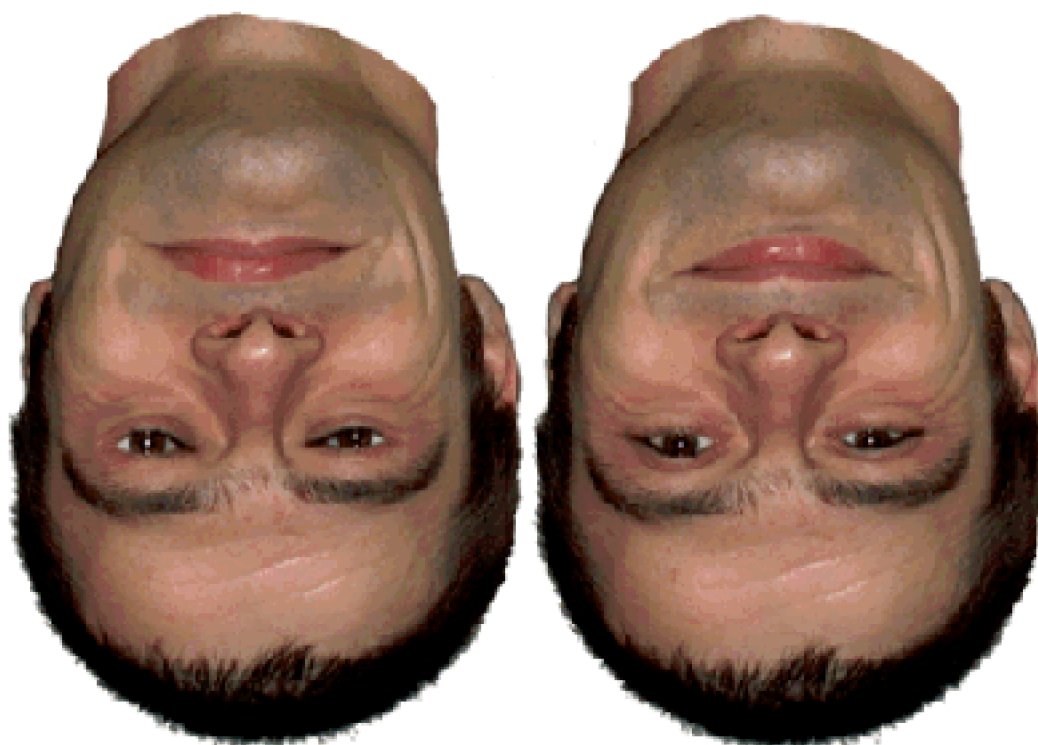
---

L'importance du rôle d'un traitement configural dans la reconnaissance des visages a été mise en évidence de différentes manières (pour une revue : Hancock, Bruce, & Burton, 2000 ; Sergent, 1989 ; Valentine, 1988). Certains chercheurs ont d'abord montré que la reconnaissance est particulièrement sensible à la distance entre certains traits, notamment à la distance entre les deux yeux (Haig, 1984 ; Sergent, 1984). Un des paradigmes le plus utilisé pour démontrer l'importance des traitements configuraux dans la reconnaissance des visages consiste à présenter les visages à l'endroit ou renversés dans le plan fronto-parallèle (pour une revue : Valentine, 1988). D'autres paradigmes, consistant à manipuler les relations entre les différentes régions faciales, ont permis, eux aussi, de mettre en évidence le rôle prépondérant des informations relationnelles.

### **II.2.1. Renversement et reconnaissance du visage**

Le renversement d'un visage rend son traitement plus difficile et plus lent pour les adultes sains (e. g., Davidoff & Landis, 1990 ; Perrett, Mistlin, Chitty, Harries, Newcombe, & De Haan, 1988 ; Valentine, 1991 ; Valentine & Bruce, 1986b ; Yin, 1969 ; pour une revue, Valentine, 1988). Cet effet ne s'observe pas chez les enfants (Carey & Diamond, 1977 ; Carey, Diamond, & Woods, 1980) ou est moins marqué que chez l'adulte (Flin, 1985). Il disparaît aussi souvent après une lésion de l'hémisphère droit (Yin, 1970 ; Sergent &

Corballis, 1989) ou quand les visages sont présentés dans le champ visuel gauche (hémisphère droit) d'adultes sains (Leehey, Carey, Diamond, & Cahn, 1978). Par ailleurs, l'effet du renversement s'observe dans des tâches différentes, impliquant le traitement d'informations faciales diverses, comme l'appariement de visages inconnus (Valentine, 1991 ; Valentine & Bruce, 1986b, 1988), la classification en visage normal vs. visage aux traits mélangés (Valentine, 1991), la décision de familiarité (Bruyer, Galvez, & Prairial, 1993 ; Valentine & Bruce, 1988), la décision sémantique (Bruyer et al., 1993) ou la reconnaissance de visages célèbres (Rock, 1974). Par contre, il n'affecterait pas la perception de traits isolés (Endo, 1986). L'utilisation de visages réels semble un pré-requis pour faire émerger cet effet (Cochran, A. Pick, & H. Pick, 1983 ; Valentine & Bruce, 1988) et l'implication de la mémoire semble nécessaire (voir Valentine, 1988 ; Bruyer & al., 1993). Une autre illustration de l'importance des informations configurales est la fameuse illusion de Margaret Thatcher (Thompson, 1980) : elle consiste à renverser les yeux et la bouche à l'intérieur du visage<sup>4</sup> en laissant les autres régions faciales dans leur orientation habituelle. La photographie résultante paraît alors grotesque si elle est présentée à l'endroit, mais ne semble pas inhabituelle si elle est renversée (Figure 4).



*Figure 4 : Illustration de l'illusion de Margaret Thatcher (adapté de Thompson, 1980) : retournez l'image.*

De nombreux auteurs ont suggéré que le renversement interrompt le traitement normal ou habituel de l'information faciale (e. g., Carey & Diamond, 1977 ; Diamond & Carey, 1986 ; Yin, 1969). La plupart des auteurs suspectent donc que les visages présentés à l'endroit ou à l'envers ne sont pas traités qualitativement de la même façon.

<sup>4</sup> Celui de Margaret Thatcher dans la démonstration de Thompson (1980).

L'explication la plus courante est que le renversement perturbe le traitement des relations entre les différents traits faciaux. Cet effet indiquerait alors que les performances pour les visages présentés à l'endroit résultent d'un traitement configural et relationnel, alors que le traitement des visages renversés est de type componentiel. Cette hypothèse a été validée par plusieurs recherches qui indiquent que la modification locale d'un trait est aussi bien détectée sur un visage à l'endroit que renversé. Au contraire, la modification d'une distance entre deux traits, qui saute aux yeux quand le visage est à l'endroit, est mal, voire pas détectée du tout, quand le visage est renversé (e. g., Bartlett & Searcy, 1993 ; Searcy & Bartlett, 1996 ; Leder & Bruce, 1998).

### II.2.2. Relations entre les traits et reconnaissance du visage

Young, Hellawell et Hay (1987) ont utilisé des visages composites construits à partir de la moitié supérieure et de la moitié inférieure du visage de deux personnes célèbres. Les deux parties étaient présentées soit de façon parfaitement alignée, constituant ainsi un nouveau visage "normalement constitué", soit elles étaient décalées (Figure 5). La tâche était de nommer la personne de la partie supérieure. Les participants se trompaient plus souvent et répondaient plus lentement lorsque les deux parties étaient parfaitement alignées. Ils trouvaient aussi la tâche plus difficile, comme si l'alignement des deux parties provoquait l'émergence d'un nouveau visage. Toutefois, cet effet de l'alignement disparaissait lorsque les visages étaient renversés. Young et al. (1987) ont observé le même type d'effet en utilisant des visages inconnus ou en contrastant les traits internes et externes. Endo, Masame et Maruyama (1989) ont répliqué cet effet avec des visages composites schématiques : la partie supérieure ou la partie gauche était reconnue plus lentement lorsqu'elle était alignée avec la partie inférieure ou la partie droite.

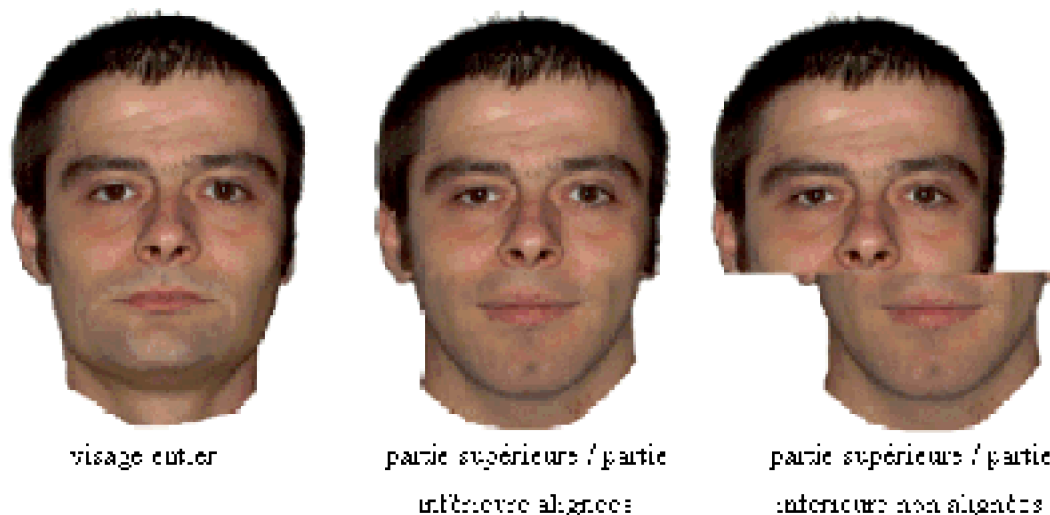


Figure 5 : Illustration de l'effet de l'alignement de deux hémifaces (adapté de Young et al., 1987).

Le rôle des informations configurales est aussi démontré à travers les études qui portent sur l'effet de supériorité des visages (Davidoff & Donnelly, 1990 ; Davidoff &

Landis, 1990 ; Homa, Haver, & Schwartz, 1976 ; Mermelstein, Banks, & Prinzmetal, 1979 ; Van Santen & Jonides, 1978). Par exemple, Homa et al. (1976) ont observé que la perception des différents traits du visage est meilleure lorsqu'ils sont arrangés normalement plutôt que mélangés ou isolés. Ils utilisaient trois types de stimuli schématiques : des visages normaux, des visages aux traits mélangés et des traits isolés. Ils présentaient un de ces stimuli, puis les participants devaient reconnaître un des traits internes (les yeux, le nez ou la bouche) parmi deux possibilités. La reconnaissance d'un trait était meilleure quand il était inséré dans un visage normal au lieu d'être présenté seul ou inséré dans un visage dans lequel les traits étaient mélangés. Une approche similaire a été adoptée par Tanaka et Farah (1993). Ils demandaient à leurs sujets de bien regarder le nez d'une personne dessinée pour pouvoir le reconnaître plus tard. Le nez était soit présenté seul soit à sa position normale dans un visage. La tâche était ensuite de reconnaître ce nez parmi deux possibilités. Il était toujours présenté soit seul, soit dans le cadre du visage. Lorsqu'il était présenté à l'intérieur du visage, le reste du visage était exactement le même pour le nez déjà vu et le nouveau nez. Les participants reconnaissaient mieux le nez s'il était présenté dans un contexte facial plutôt qu'isolément. La mémorisation et la reconnaissance d'un trait facial sont donc fortement dépendantes de la configuration du reste du visage.

Il est donc maintenant clairement établi que la reconnaissance du visage se base principalement sur des informations de type relationnel et configural. Même si la reconnaissance peut s'opérer à partir du traitement componentiel des différentes régions faciales<sup>5</sup>, l'expertise humaine résulte du traitement de type configural.

### II.3. Autres facteurs influençant la reconnaissance du visage

---

D'autres éléments que ceux que nous avons recensés jusqu'ici ont aussi été décrits comme affectant l'appariement ou la reconnaissance des visages, essentiellement lorsque ces derniers sont inconnus (pour une revue, voir Hancock et al., 2000). Plusieurs recherches indiquent notamment que le changement de point de vue (i.e., de pose) affecte fortement l'appariement ou la reconnaissance des visages inconnus : il est difficile d'apparier deux visages si l'un est vu de face et l'autre de profil ou de trois quarts (e. g., Bruce, 1982 ; Davies & Milne, 1982). De plus, il a été observé un avantage de la vue de trois-quarts (e. g., Hill, Schyns, & Akamatsu, 1997 ; O'Toole, Edelman, & Buelthoff, 1998). Il est généralement supposé que les mauvaises performances pour les vues de profil résultent du fait qu'il est difficile d'extraire les informations configurales et relationnelles : un seul oeil est visible, par exemple. L'avantage de la vue de trois-quarts peut tenir au fait que les informations sur la configuration sont toujours perceptibles (i.e., tous les traits du visage sont visibles) et que la troisième dimension est plus facilement extraite (e. g., taille du nez).

<sup>5</sup> Les recherches qui montrent le rôle prépondérant des informations configurales sur les informations componentielles n'indiquent pas pour autant que ces dernières sont toujours inutilisées. Au contraire, elles permettent de réaliser un certain nombre de tâches, mais en commettant plus d'erreurs et en prenant plus de temps. Elles sont utilisées, en particulier, quand existe un trait remarquable ; grain de beauté, tâche de vin, etc...

D'autres phénomènes indiquent que le pattern d'illumination est un facteur important. Par exemple, l'inversion du contraste - comme c'est le cas des négatifs de photographies - fait fortement chuter les performances (e. g., Phillips, 1972). L'effet est même encore plus néfaste que le renversement (Bruce & Langhton, 1994). Par ailleurs, il semble que cette manipulation affecte la perception des formes et des surfaces puisqu'elle n'a pas d'effet pour des visages dessinés au traits ou filtrés par un filtre passe-haut (Hayes, Morrone, & Burr, 1986). Un parallèle a également été suggéré entre l'effet de l'inversion du contraste et la direction de l'éclairage du visage. L'éclairage du visage par le bas affecte en effet son identification (Hill & Bruce, 1996 ; Johnston, Hill, & Carman, 1992). L'interprétation des effets de la direction de l'éclairage ou de l'inversion du contraste invoque généralement une interférence au niveau des informations de surface (voir Hancock et al., 2000). Le visage est un stimulus tridimensionnel formé de surfaces d'orientation variable. Ces différences d'orientation provoquent des zones partiellement éclairées ou dans l'ombre. Les variations dans le pattern d'illumination du visage peuvent ainsi être utilisées pour extraire les informations tridimensionnelles. Toute altération du pattern d'illumination - angle d'éclairage inhabituel ou inversion du contraste - se répercute alors sur les performances<sup>6</sup>.

### III. Reconnaissance des visages familiers et des visages inconnus

#### III.1. Différence de traitement des visages familiers et inconnus

---

H. Ellis, Shepherd et Davies (1979) ont observé que les visages familiers sont mieux reconnus à partir de leurs traits internes (par exemple, yeux, nez et bouche) qu'à partir de leurs traits externes (par exemple, cheveux, mâchoire et menton, front, oreilles). Les visages inconnus, eux, sont aussi bien reconnus à partir de ces deux types de traits. Cette observation a été répliquée chez des sujets sains ou présentant des atteintes cérébrales (De Haan & Hay, 1986) et lors d'une tâche d'appariement de visages familiers et inconnus à partir de leurs traits internes ou externes (Young, Hay, McWeeny, Flude, & A. Ellis, 1985b). Cependant, le poids des traits internes des visages inconnus est accru lorsque les participants doivent porter des jugements de personnalité (Endo, Takahashi, & Maruyama, 1984, cités par Young & H. Ellis, 1989)<sup>7</sup>. H. Ellis et al. (1979) ont suggéré que la représentation en mémoire des visages familiers est basée sur les propriétés relativement invariables de leur région interne.

<sup>6</sup> Notons que l'inversion du contraste a aussi des répercussions sur les informations de couleur et de texture de la pilosité faciale et de la peau. Par exemple, des cheveux bruns foncés deviennent blancs.

<sup>7</sup> Ce type de jugement favorise d'ailleurs l'apprentissage des visages (pour une revue, Coin & Tiberghien, 1997).



### III.2. Identification des visages familiers

---

La reconnaissance d'une personne connue nécessite non seulement de pouvoir discriminer son visage des autres représentations faciales en mémoire, mais aussi de pouvoir récupérer des informations sémantiques permettant de la re-situer dans un contexte social précis. Les études qui portent sur cette question tendent à indiquer que l'identification de la personne implique plusieurs étapes, organisées séquentiellement, l'accès à l'étape ultérieure n'étant possible que lorsque les traitements de l'étape précédente ont été intégralement accomplis (Hay & Young, 1982 ; Bruce & Young, 1986). Au cours des années 80, notamment, plusieurs études ont suggéré que l'identification complète d'une personne implique trois étapes : (i) déterminer la familiarité du visage, (ii) accéder aux informations sémantiques et (iii) retrouver son nom.

L'organisation séquentielle de ces trois étapes a été étudiée à travers les difficultés de la vie courante. Young, Hay et A. Ellis (1985a) ont demandé à des participants de noter les problèmes de reconnaissance des personnes qu'ils rencontrent quotidiennement. Un premier type de difficulté fréquemment rapporté est le fait de savoir qu'on connaît la personne (sentiment de familiarité) sans pouvoir se rappeler quoi que ce soit d'elle. La difficulté inverse, retrouver des informations sémantiques sans avoir le sentiment de connaître la personne, n'a jamais été rapportée. De même, les participants rapportaient que, parfois, ils se rappelaient plusieurs informations sémantiques sans parvenir à retrouver le nom de la personne. Là encore, l'observation inverse, retrouver le nom sans se rappeler aucune information sémantique, n'a jamais été décrite. Ces rapports oraux de sujets sains suggèrent donc que la récupération du nom nécessite la récupération préalable des autres informations sémantiques, celle-ci nécessitant l'accès préalable à la familiarité du visage. Hanley et Cowell (1988) ont observé le même pattern de difficultés en demandant à leurs participants de dire si les visages de personnes célèbres étaient familiers, de fournir des informations sémantiques sur elles et de donner leur nom. D'autres études ont indiqué que la récupération d'informations sémantiques est plus facile que celle du nom (e. g., Cohen, 1990a ; McWeeny, Young, Hay, & A. Ellis, 1987 ; Stanhope & Cohen, 1993). L'enregistrement des temps de réaction a aussi montré une organisation séquentielle de type familiarité, informations sémantiques, puis nom. Par exemple, Young, McWeeny, Hay et A. Ellis (1986a) ont observé qu'une décision de familiarité est prise plus rapidement qu'une décision sémantique. Par ailleurs, une décision sémantique donne lieu à des temps de réponse plus courts que l'accès au nom, même avec un petit nombre de visages appris (Johnston & Bruce, 1990 ; Young, A. Ellis, & Flude, 1988).

Cette hypothèse d'organisation séquentielle est renforcée par l'observation selon laquelle des facteurs distincts affectant spécifiquement, ou plus fortement, l'un ou l'autre de ces composants. Par exemple, Young et al. (1986a) ont observé que les décisions sémantiques sont plus rapides lorsque l'ensemble des visages familiers provient d'une seule catégorie sémantique (i.e., profession : politicien). Les décisions de familiarité ne sont pas affectées par cette manipulation<sup>8</sup>. Dans la même ligne, Hanley et Cowell (1988) ainsi que Brennen, Baguley, Bright et Bruce (1990) ont comparé l'efficacité de différents

indices sur les différents types de décision. Ces indices étaient la présentation d'une seconde photographie du visage, d'un détail biographique, ou des premières lettres du nom. Les premières lettres du nom favorisent la dénomination, surtout si la profession est déjà retrouvée. Les détails biographiques aident la remémoration de la profession, mais seulement si le visage est préalablement perçu comme familier. Une autre preuve de cette dissociation entre les informations sémantiques et le nom provient des recherches où il était demandé aux sujets d'apprendre des informations sémantiques (profession, hobbies) et le nom de personnes fictives (Cohen, 1990a ; Cohen & Faulkner, 1986 ; McWeeny et al., 1987). Dans ces études, le nom était plus long à apprendre et il était moins bien rappelé.

Les études neuropsychologiques indiquent, elles aussi, une dissociation entre les différentes étapes d'identification (pour une revue, voir Young, 1992). Certains patients prosopagnosiques, incapables de reconnaître les visages familiers, n'éprouvent aucun sentiment de familiarité et ne peuvent récupérer ni les informations sémantiques ni le nom (e. g., De Haan, Young, & Newcombe, 1987 ; Young, De Haan, & Newcombe, 1990 ; A. Ellis, Young, & Critchley, 1989). Certains, par contre, éprouvent un sentiment de familiarité sans pour autant retrouver la moindre information sémantique ou le nom (e. g., De Haan, Young, & Newcombe, 1991a). Pour d'autres, seul l'accès au nom est atteint (e. g., Flude, A. Ellis, & Kay, 1989 ; voir aussi Semenza & Zettin, 1988, 1989).

Cependant, plusieurs auteurs ont remis en question cette organisation purement séquentielle. Le premier, à notre connaissance, est Bruyer (1987b). Il a rappelé un cas de prosopagnosie rapporté par Bruyer, Laterre, Seron, Feyereisen, Strypstein, Pierrard et Rectem (1983) où le patient ne pouvait apparier correctement un visage avec un nom de pays ou une profession dans une tâche à choix forcé. Cependant, toujours au cours d'une tâche de choix forcé, il pouvait apparier un visage et son nom avec une probabilité différente du hasard. Il apprenait aussi plus facilement à ré-associer correctement un visage familier avec son nom plutôt qu'avec un autre nom. Bruyer (1987b) a invoqué une liaison directe entre la représentation d'entrée et la représentation du nom, ne passant pas par les étapes antérieures qui permettent les décisions de familiarité ou la récupération des autres informations sémantiques.

Plus tard, Burton et Bruce (1992) ont suggéré que la récupération du nom n'implique pas un mécanisme ou une étape différente de la récupération des autres informations sémantiques. La plus grande difficulté observée pour accéder au nom résulterait du fait que ce dernier est un qualificatif généralement unique (i.e., une seule personne porte un nom donné) alors que la plupart des autres informations sémantiques, comme la profession, sont partagées par plusieurs personnes. Cohen (1990a, 1990b) a aussi remis en cause la dissociation entre les deux types d'informations, mais en proposant une autre explication. Selon elle, le nom est moins utile et a moins de sens que les autres informations sémantiques. Il est donc moins intégré dans le système sémantique (pour un débat entre ces deux conceptions, voir Stanhope & Cohen, 1993 et Bruce, Burton, &

---

<sup>8</sup> Comme tous les visages familiers proviennent d'une même catégorie professionnelle, la décision sémantique sur la profession peut être prise en regardant uniquement si le visage est familier ou non. D'ailleurs, Young et al. (1986a) n'ont pas observé, dans ce cas, de différence entre décision de familiarité et décision sémantique.

Walker, 1994).

L'organisation séquentielle des opérations de dénomination et de récupération des informations sémantiques est donc remise en question. Il semblerait que le nom soit simplement une information sémantique particulière. Néanmoins, à l'exception de Bruyer (1987b), personne ne remet en cause, pour le moment, l'organisation séquentielle entre l'accès à la familiarité et la récupération des informations sémantiques.

## **IV. Bases neuronales de la reconnaissance des visages**

### **IV.1. Latéralité hémisphérique et reconnaissance du visage**

---

Chez les sujets sains, la présentation d'un visage dans l'hémi-champ visuel gauche (hémisphère droit) permet une reconnaissance plus efficace et plus rapide que s'il est présenté dans l'hémi-champ visuel droit (hémisphère gauche) (e. g., Geffen, Bradshaw, & Wallace, 1971 ; Hilliard, 1973 ; Klein, Moscovitch, & Vigna, 1976 ; Phippard, 1977 ; Pirozzolo & Rayner, 1979 ; Rizzolati, Umiltà, & Berlucchi, 1971). Cette supériorité de l'hémisphère droit a été confirmée par les études de patients présentant des lésions cérébrales. Lorsqu'il s'agit d'inspecter un visage et de le retrouver parmi d'autres, les patients atteints à l'hémisphère droit montrent une plus grande dégradation des performances par rapport à des sujets normaux ou des patients atteints à l'hémisphère gauche, notamment lorsque les lésions concernent la partie postérieure de l'hémisphère droit. (De Renzi & Spinnler, 1966 ; De Renzi, Faglioni, & Spinnler, 1968 ; Milner, 1968 ; Warrington & James, 1967 ; Weddell, 1989 ; Yin, 1970). Par ailleurs, les patients "split-brain" (section chirurgicale ou naturelle du corps calleux) reconnaissent mieux un visage lorsqu'il est présenté dans le champ visuel gauche (Gazzaniga & Smylie, 1983 ; Levy, Trevarthen, & Sperry, 1972). De plus, l'étude des potentiels évoqués indique qu'il existe une onde N170 spécifique aux visages qui est, généralement, plus ample dans la région temporale postérieure droite plutôt que gauche (Bentin, Allison, Puce, Perez, & G. G. McCarthy, 1996 ; George, Evans, Fiori, Davidoff, & Renault, 1996).

L'hémisphère droit joue donc un rôle important lorsqu'il s'agit de reconnaître un visage. Il faut cependant noter que la reconnaissance par l'hémisphère gauche n'est pas impossible ; elle est seulement moins efficace et moins rapide. D'ailleurs, l'étude de patients commissurotomisés a indiqué que la reconnaissance des visages est possible par les deux hémisphères isolés (Levy et al., 1972 ; Sergent, 1990a, 1990b). Cette observation peut expliquer que la "supériorité" de l'hémisphère droit n'est pas nettement mise en évidence lors des études d'imagerie cérébrale : même si certaines ont montré une activation plus importante dans l'hémisphère droit (e. g., Horwitz, Grady, Haxby, Schapiro, Rapaport, Ungerleider, & Mishkin, 1992 ; Kanwisher et al., 1997 ; G. McCarthy, Puce, Gore, & Allison, 1997 ; Puce, Allison, Asgari, Gore, & G. McCarthy, 1996 ; Sergent,

1991 ; Sergent, Ohta, & McDonald, 1992 ; Sergent, Ohta, McDonald, & Zuck, 1994), l'hémisphère gauche n'était pas inactif (e. g., Sergent, 1991) et d'autres études ont observé une activation bilatérale sans supériorité particulière de l'hémisphère droit sur l'hémisphère gauche (e. g., Courtney, Ungerleider, Keil, & Haxby, 1997 ; Puce, Allison, Gore, & G. McCarthy, 1995).

L'étude des patients prosopagnosiques a d'ailleurs relancé ce débat : la prosopagnosie nécessite-t-elle des lésions bilatérales ou des lésions unilatérales droites sont-elles suffisantes pour la provoquer ? Les premières recherches publiées sur cette question décrivaient des lésions bilatérales à l'autopsie des patients (Benson, Segarra, & Albert, 1974 ; Benton, 1980 ; A. Damasio, H. Damasio, & Van Hoesen, 1982 ; Hécaen & Angelergues, 1962 ; Meadows, 1974 ; Nardelli, Buananno, Coccia, Fiaschi, Terzian, & Rizzuto, 1982). Les études neuropsychologiques suggéraient donc que les patients atteints à l'hémisphère droit présentent une plus grande dégradation dans le traitement des visages, mais la perte totale de la capacité à reconnaître un visage semble associée à des troubles bilatéraux (A. Damasio et al., 1982 ; A. Damasio, Tranel, & H. Damasio, 1990). L'apparition du CT-scan a cependant relancé la polémique. Même si Whiteley et Warrington (1977) ont rapporté deux cas (sur trois) ne présentant pas de lésions bilatérales apparentes au CT-scan, les premières utilisations de la technique d'imagerie cérébrale confirmaient l'origine bilatérale de la prosopagnosie (Brazis, Biller, & Fine, 1981 ; Bruyer, Laterre, Seron, Feyereisen, Strypstein, Pierrard, & Rectem, 1983 ; A. Damasio, 1985 ; A. Damasio & H. Damasio, 1986 ; A. Damasio, H. Damasio, & Tranel, 1986 ; A. Damasio et al., 1982 ; Nardelli et al., 1982 ; Newcombe, 1982). Cependant, depuis 1985, plusieurs recherches ont indiqué des lésions apparemment confinées dans l'hémisphère droit (De Renzi, 1986a, 1986b ; Evans, Heggs, Antoun, & Hodges, 1995 ; Landis, Cummings, Christen, Bogen & Imhof, 1986 ; Michel, Perenin & Sieroff, 1986 ; Tiberghien & Clerc, 1986 ; Torii & Tamai, 1985). La question n'est toujours pas réglée aujourd'hui. Pour certains, une lésion restreinte à l'hémisphère droit postérieure peut être souvent suffisante pour produire une prosopagnosie (e. g., De Renzi, 1997). Pour d'autres, la lésion droite doit au moins s'accompagner de conditions particulières dans l'hémisphère gauche pour provoquer une prosopagnosie (e. g., Damasio, 1989 ; Tovée & Cohen-Tovée, 1993).

Plusieurs auteurs suggèrent que la supériorité de l'hémisphère droit tient au fait que les deux hémisphères n'utilisent pas la même stratégie pour traiter ce type de stimuli (H. Ellis, 1983 ; Gazzaniga & Smylie, 1983 ; Rhodes, 1985 ; Sergent & Bindra, 1981 ; Young, 1988). Il a notamment été observé que cette supériorité disparaît lorsque les visages sont présentés renversés (Yin, 1969, 1970 ; Leehey et al., 1978). De plus, les patients souffrant de lésions postérieures droites sont atteints dans le traitement de visages présentés à l'endroit, mais leurs performances sont à un niveau normal pour le traitement de visages renversés (Yin, 1970). Il est donc probable que la supériorité de l'hémisphère droit résulte du fait que les informations configurales sont traitées dans l'hémisphère droit et les informations componentielles dans l'hémisphère gauche (Carey & Diamond, 1977 ; Davidoff & Donnelly, 1990 ; Rossion, Dricot, Devolder, Bodart, Crommelinck, De Gelber, & Zootjes, 2000a ; Versace & Tiberghien, 1988 ; Yin, 1970). Cette distinction entre traitement configural versus componentiel permet aussi d'expliquer que la reconnaissance

du visage est possible par l'hémisphère gauche - son activité est d'ailleurs attestée lors des études d'imagerie cérébrale - même si les performances sont moins bonnes. Par ailleurs, d'autres recherches ont distingué les deux hémisphères sur la base des fréquences spatiales auxquelles ils sont sensibles (voir Sergent, 1989). L'hémisphère droit semble plutôt traiter des informations de basse fréquence spatiale et l'hémisphère gauche des informations de haute fréquence (Coin, Versace, & Tiberghien, 1992 ; Keenan, Whitman, & Pepe, 1989 ; Versace & Tiberghien, 1985). Les basses fréquences spatiales ne contiennent pas d'informations sur les détails fins du visage. Les détails des traits sont donc peu spécifiés dans ces gammes de fréquence. Au contraire, la position relative des traits – et, par conséquent, leur configuration – peuvent encore être perçues.

## IV.2. Régions cérébrales impliquées dans la reconnaissance du visage

---

### IV.2.1. Enregistrement unicellulaire chez le singe

Au début des années 70, Gross et ses collaborateurs (Gross, Rocha-Miranda, & Bender, 1972) ont enregistré des neurones corticaux dans le cortex temporal inférieur (TI) qui répondent lorsqu'un visage est présenté dans le champ visuel du singe. Depuis, de tels neurones, appelés "cellules faciales", ont été enregistrés dans TI et dans le plancher du sulcus temporal supérieur (STS) (Perrett, Rolls, & Caan, 1979), mais aussi dans l'amygdale (Leonard, Rolls, Wilson, & Baylis, 1985 ; Rolls, 1984), le cortex frontal latéral (Pigarev, Rizzolati, & Scandolara, 1979) et le cortex préfrontal inférieur (Wilson, Scalandhe, & Goldman-Rakic, 1993). Dans le cortex temporal, deux régions semblent particulièrement "riches" en de telles cellules, l'aire TPO du sulcus temporal polysensoriel et les aires TEa et TEm du cortex TI où elles représentent de 10 à 20% des neurones qui répondent aux stimulations visuelles (e. g., Baylis, Rolls, & Leonard, 1987 ; Rolls & Baylis, 1986 ; Yamane, Kaji, & Kawano, 1988)<sup>9</sup>. Ces cellules sont sensibles au visage sans que sa position dans le champ récepteur affecte leur réponse (C. Bruce, Desimone, & Gross, 1981 ; Desimone, Albright, Gross, & C. Bruce, 1984). De même, elles ne sont pas sensibles aux changements de taille ou de distance (Perrett, Rolls, & Caan, 1982 ; Rolls & Baylis, 1986) ni au filtrage des hautes ou des basses fréquences spatiales (Perrett, Smith, Potter, Mistlin, Head, Milner, & Jeeves, 1984a ; Rolls, Baylis, & Leonard, 1985 ; Rolls & Baylis, 1986). L'altération de la couleur - consistant, par exemple, à présenter le visage à travers un filtre vert ou en noir et blanc - ainsi que le renversement du visage ne provoquent qu'une faible réduction de la réponse (Desimone et al., 1984 ; Perrett et al., 1982, 1984a, 1988 ; Rolls & Baylis, 1986). La latence de décharge est néanmoins plus longue dans ces derniers cas.

La réponse de certaines cellules faciales est modulée par l'identité ; elles répondent plus ou moins fortement selon qu'on leur présente des visages d'individus différents (e. g., Baylis, Rolls, & Leonard, 1985 ; Desimone et al., 1984 ; Hasselmo, Rolls, & Baylis, 1989 ;

---

<sup>9</sup> La spécificité de ces cellules n'est pas attestée par le fait qu'elles répondent *uniquement* au visage, mais parce que la réponse est au moins deux fois plus importante que pour tout autre stimulus présenté (e. g., Rolls & Baylis, 1986).

Kenderick & Baldwin, 1987 ; Perrett et al., 1984a ; Yamane et al., 1988 ; M. Young & Yamane, 1992). On considère donc généralement que ces neurones *codent* l'identité<sup>10</sup>. Ces cellules sont principalement localisées dans le cortex TI (e. g., Hasselmo et al., 1989).

### IV.2.2. Localisation cérébrale chez l'homme

La plupart des études de patients prosopagnosiques a montré que l'atteinte porte sur la région occipito-temporale (pour des revues, voir A. Damasio & H. Damasio, 1986 ; A. Damasio et al., 1982, 1986 ; Meadows, 1974). L'importance du lobe temporal a aussi été observée lors d'hallucinations visuelles consistant à percevoir un visage. Notamment, L. Cohen, Verstichel, et Pierrot-Deseilligny (1992) ont décrit le cas d'un patient qui a vu le visage d'un ami suite à une hémorragie temporale droite. L'hallucination était restreinte au visage, qui était de taille et de couleur normale, sans expression. Selon L. Cohen et al. (1992), il semblerait que l'hémorragie ait débuté par une crise d'épilepsie qui a provoqué la réactivation de la représentation visuelle de ce visage (il s'agissait du visage d'un ami qui devait venir le voir à ce moment et qui s'était décommandé). Des cas similaires de fausses perceptions ont été rapportés après lésions cérébrales (Cutting, 1990) ou stimulations électriques (Penfield & Perot, 1963) du lobe temporal droit. Selon L. Cohen et al. (1992), ces hallucinations ne démontrent pas que le lobe temporal droit est le lieu de stockage de la représentation faciale du visage de cet ami. La crise d'épilepsie se diffusant dans le cerveau, la représentation pourrait être à un niveau supérieur. Cependant, le lobe temporal droit est connecté à la région où sont stockées les représentations des visages familiers.

L'importance de la région temporale a été confirmée par l'enregistrement des potentiels cérébraux enregistrés sur la surface du scalp ou à la surface du cortex de patients épileptiques en cours d'opération. En ce qui concerne les potentiels enregistrés sur le scalp, une onde négative (N170) spécifique à la présentation d'un visage apparaît au niveau postérieur de la région temporale (e. g., Bentin et al., 1996 ; Bötzel & Grüsser, 1989 ; George, Evans, Fiori, Davidoff, & Renault, 1994, 1996 ; Jeffreys & Tukmachi, 1992). Cette onde est plus ample pour des visages que pour d'autres stimuli visuels ou pour des visages dont la configuration n'est pas respectée (e. g., Bötzel & Grüsser, 1989 ; Jeffreys & Tukmachi, 1992) et elle peut indiquer une reconnaissance inconsciente des visages familiers par des patients prosopagnosiques (Debruille, Breton, Robaey, Signoret, & Renault, 1989 ; Renault, Signoret, Debruille, Breton, & Bolgert, 1989). Des recherches plus récentes ont cependant indiqué que la N170 n'est pas sensible à la familiarité des visages mais plutôt à des caractéristiques telles que la configuration ou l'inversion du visage (Bentin, Deouell, & Soroker, 1999 ; Rossion, Campanella, Gomez, Delinte, Debatisse, Liard, Dubois, Bruyer, Crommelinck, & Guérit, 1999a ; Rossion, Delvenne, Debatisse, Goffaux, Bruyer, Crommelinck, & Guérit, 1999b ; Rossion, Gauthier, Tarr, Despland, Bruyer, Linotte, & Crommelinck, 2000b). On considère généralement que cette

---

<sup>10</sup> Nous ne rentrerons pas ici dans le débat entre les partisans d'unités gnostiques ou cellules *grand-mère* (Konorski, 1967) et les partisans d'un codage distribué de l'identité. Nous noterons uniquement qu'un codage distribué semble le mieux correspondre aux observations qui ont été faites à ce jour (voir Gross, 1992).

onde reflète l'encodage structural du visage.

L'enregistrement de l'activité électrique extra-cellulaire de patients épileptiques a mis en évidence un potentiel négatif (N200) évoqué par les visages mais pas pour d'autres classes de stimuli (e. g., Allison, Ginter, G. McCarthy, Nobre, Puce, Luby, & Spencer, 1994a ; Allison, G. McCarthy, Nobre, Puce, & Belger, 1994b). Ce potentiel est centré sur le gyrus fusiforme et les gyri temporaux inférieurs. La stimulation électrique de cette même région produit une incapacité temporaire à nommer des visages familiers (Allison et al., 1994a, 1994b). Allison, G. McCarthy, Puce et leurs collaborateurs ont écrit une série de trois articles où ils présentent une étude systématique de l'activité cellulaire de patients épileptiques (Allison, Puce, Spencer, G. McCarthy, 1999 ; G. McCarthy, Puce, Belger, & Allison, 1999 ; Puce, Allison, & G. McCarthy, 1999). Ils ont observé plusieurs sites qui sont spécifiques aux visages, dans le sens où les potentiels évoqués qui leur sont associés sont différents de ceux provoqués par d'autres stimuli (voiture, fleur, mots, visages mélangés). Ces potentiels se caractérisent par une onde négative au bout de 200 ms (N200), suivie dans la moitié des cas d'une onde négative plus tardive (N700) qui est aussi spécifique aux visages. La plupart des sites sont dans le gyrus fusiforme ou le quatrième gyrus occipital (75%), le reste étant dans les gyri temporal inférieur et occipital inférieur. Dans le gyrus fusiforme, 73% des sites sont dans le gyrus fusiforme latéral et 27% dans le gyrus fusiforme médian. Les auteurs ont distingué trois régions du lobe temporal qui présentent des ondes spécifiques aux visages ; bilatéralement, les régions ventrales et dorsales, où sont enregistrées sur certains sites des ondes P150, N200, P290 et N700 et sur d'autres sites des ondes P350 d'une plus grande amplitude pour les visages et, unilatéralement, la région ventrale antérieure droite où les visages provoquent une onde P350. Par ailleurs, Allison et al. (1999) ont observé dans le lobe frontal quatre sites qui présentent une onde positive spécifique au visage entre 200 et 400 ms (moyenne : 250), dont deux dans le cortex orbito-frontal et deux dans le lobe frontal latéral inférieur au gyrus frontal médian. Allison et al. (1999) ont suggéré que l'onde N200 reflète l'activité d'encodage structural du visage. Ils ont aussi suggéré que les régions ventrales et latérales du lobe temporal sont impliquées dans la "perception" du visage (i.e., dans le traitement des caractéristiques structurales). La région antérieure serait plutôt impliquée dans la récupération des connaissances sur le visage.

Depuis maintenant une dizaine d'années, les techniques d'imagerie cérébrale de type Tomographie par Emission de Positrons (TEP-scan) ou Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) ont permis de localiser différentes régions cérébrales impliquées dans le traitement du visage. On assiste même, depuis quelques temps, à une explosion des recherches sur ce sujet (Aguirre, Singh, & D'Esposito, 1999 ; Courtney, Ungerleider, Keil, & Haxby, 1996 ; Dolan et al., 1996 ; Dubois et al., 1999 ; George, 1999 ; George, Dolan, Fink, Baylis, Russell, & Driver, 1999 ; Gorno Tempini, Price, Josephs, Vandenberghe, Cappa, Kapur, & Frackowiak, 1998 ; Haxby, Horwitz, Ungerleider, Maisog, Pietrini, & Grady, 1994 ; Haxby, Ungerleider, Clark, Schouten, Hoffman, & Martin, 1999 ; Kanwisher et al., 1997 ; Kanwisher, Tong, & Nakayama, 1998 ; Katanoda, Yoshikawa, & Sugishita, 2000 ; Leveroni, Seidenberg, Mayer, Mead, Binder, & Rao, 2000 ; Sergent, 1991 ; Sergent et al., 1992).

Dans une revue de ces études, Haxby et al. (2000) ont proposé un modèle des bases

neuronales des différentes étapes de la reconnaissance des visages. Si on se concentre sur la partie qui concerne la reconnaissance du visage, trois régions sont distinguées : les gyri occipitaux inférieurs, le gyrus fusiforme latéral et la région temporale antérieure. Les gyri occipitaux inférieurs sont impliqués dans la perception précoce des traits faciaux. Le gyrus fusiforme apparaît plutôt impliqué dans le traitement de la configuration faciale en liaison avec l'identité et notamment les aspects invariants du visage (e. g., Hoffman & Haxby, 2000). Cette dernière région est fréquemment rapportée dans la littérature sous les termes d'aire fusiforme du visage ("fusiforme face area", Kanwisher et al., 1997). Elle est aussi celle dont les propriétés ont été les plus étudiées. Elle est plus active lorsqu'on présente un visage plutôt que tout autre stimulus visuel, objet signifiant ou non de complexité similaire au visage (e. g., Clark, Maisog, & Haxby, 1998 ; Kanwisher et al., 1997 ; G. McCarthy et al., 1997 ; Puce et al., 1996 ; Tong, Nakayama, Moscovitch, Weinrib, & Kanwisher, 2000). De plus, l'activation de cette région est plus importante pour les visages présentés à l'endroit que pour les visages renversés, mais uniquement pour des images dégradées (i.e., avec seulement deux tonalités, Kanwisher et al., 1998). Pour des visages non dégradés, aucune différence n'a été observée à ce jour (Aguirre et al., 1999 ; Haxby et al., 1999 ; Kanwisher et al., 1998). Par contre, l'activité de l'aire fusiforme du visage est plus réduite lorsque le contraste est inversé (George, 1999 ; George et al., 1999). Ces derniers auteurs ont aussi rapporté qu'une région plus antérieure du gyrus fusiforme droit est sensible à la familiarité des visages ainsi qu'à l'effet d'amorçage. L'aire fusiforme du visage est présentée comme un bon candidat pour le module d'encodage structural décrit par Bruce et Young (1986). La région temporale droite ventrale et antérieure semble impliquée quant à elle dans la récupération des informations sémantiques (Gorno Tempini et al., 1998 ; Leveroni et al., 2000 ; Sergent, 1991 ; Sergent et al., 1992). Cette dernière région n'est pas spécifique au visage puisqu'elle est impliquée dans la récupération du nom de personnes connues mais aussi dans celles de lieux connus (Gorno Tempini et al., 1998 ; Leveroni et al., 2000).

L'imagerie cérébrale n'a cependant pas encore répondu à plusieurs questions. Notamment, les propriétés traitées par l'aire fusiforme du visage ne sont pas encore bien connues. En outre, plusieurs recherches ont indiqué des activations frontales dans des tâches impliquant des visages (e. g., Katanoda et al., 2000 ; Sergent et al., 1992). Ces observations concordent avec l'enregistrement électrophysiologiques chez le singe (Pigarev et al., 1979) et l'homme (Allison et al., 1999). Le rôle de ces activations frontales reste à éclaircir. Par ailleurs, dans leur modèle, Haxby et al. (2000) ont proposé des connexions descendantes des structures de haut niveau vers les structures de bas niveau. Ils n'ont pas discuté ce point qui est pourtant, de façon évidente, en contradiction flagrante avec la théorie dominante de la reconnaissance des visages élaborée par Bruce et Young en 1986. Il existe d'ailleurs des données empiriques qui valident cette hypothèse de type "top-down" (e. g., Dubois et al., 1999 ; Montoute, 1999). Il reste aussi à établir le décours temporel de la mise en oeuvre des différentes structures cérébrales impliquées dans la reconnaissance du visage ainsi que leurs interactions. Finalement, de nouvelles données d'imagerie cérébrale soulèvent à nouveau la question de savoir si le gyrus fusiforme est spécifique au visage : cette région pourrait en fait refléter un type de traitement particulier lié à l'expertise pour traiter certains types de stimuli ; en particulier, mais pas uniquement, les visages (voir Gauthier, Behrmann, & Tarr, 1999 ; Gauthier &



---

Logothetis, 2000 ; Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski, & Gore, 1999 ; Gauthier, Tarr, Moylan, Anderson, Skudlarski, & Gore, 2000 ; voir aussi Diamond & Carey, 1986).



## Chapitre 2 : Le visage n'est pas seulement un identifiant universel

Le visage ne permet pas seulement d'identifier la personne. L'analyse visuelle de sa structure et du pattern de contractions musculaires permet, par ailleurs, de déterminer l'âge approximatif, le genre et l'origine ethnique. Mais il permet aussi des inférences sur l'état émotionnel d'une personne et même d'anticiper visuellement la prononciation de certaines syllabes. Le visage est aussi utilisé pour se former une impression sur la personnalité ou sur les capacités présumées d'une personne ainsi que sur son attirance. Nous nous limiterons ici à l'étude de deux types d'informations faciales : l'expression faciale émotionnelle et le genre.

### I. Le traitement de l'expression faciale émotionnelle

Le visage est un moyen privilégié de communication de l'état émotionnel par le biais de l'expression faciale. Cette dernière est ainsi un élément critique de toute interaction sociale, pouvant signaler les dispositions ou les intentions des interlocuteurs, et souvent à leur insu. L'état émotionnel qui se dissimule derrière chaque expression faciale semble d'ailleurs pouvoir être reconnu de façon transculturelle et universelle.

## I.1. Les différentes catégories d'expressions faciales émotionnelles : la question de l'universalité

---

De Darwin (1872) à Ekman (Ekman, 1992 ; Ekman & Friesen, 1971 ; voir aussi Izard, 1971 ; Tomkins, 1962/1963), un siècle d'observations inter-culturelles indique que les mêmes mouvements faciaux sont utilisés dans les différentes cultures pour exprimer certains états émotionnels<sup>11</sup>. C'est le cas, par exemple, de la joie. La définition des différentes catégories d'expression faciale émotionnelle s'inspire ainsi la plupart du temps du nombre d'expressions émotionnelles "universelles" recensées : une catégorie est une émotion qui peut être reconnue dans toutes les cultures. Ce nombre est variable selon les auteurs mais la classification la plus acceptée et la plus utilisée dans la littérature scientifique est celle de Ekman et Friesen (1971) qui en ont recensé six : la joie, la colère, le dégoût, la peur, la surprise et la tristesse. Certains de ces états émotionnels correspondent par ailleurs à des patterns spécifiques d'activité autonome du système nerveux (Ekman, Levenson, & Friesen, 1983 ; Levenson, Ekman, & Friesen, 1990 ; Levenson, Ekman, Heider, & Friesen, 1992). Plus tard, ont été rajoutées les expressions indiquant le mépris, l'intérêt, la honte et la culpabilité (voir Ekman, 1992) mais elles n'ont pas eu le même écho que les six premières. De plus, l'idée de l'universalité est remise en question depuis quelques années par certains auteurs (pour un débat, voir Ekman, 1994 ; Izard, 1994 ; Russel, 1993, 1994, 1995). Russel et Fernandez-Dols (1997) ont proposé de parler d'*universalité minimale* et de reconnaître certaines similitudes inter culturelles plutôt qu'un recouvrement total des expressions faciales et des interprétations émotionnelles et sémantiques qui en sont dérivées.

## I.2. Le traitement des expressions faciales émotionnelles

---

### I.2.1. Traitement catégoriel ou dimensionnel ?

Il existe depuis longtemps une controverse pour savoir si les émotions doivent être conceptualisées comme entrant dans un petit nombre de catégories discrètes, une pour chaque expression faciale basique (e. g., Ekman, 1984 ; Izard, 1971, 1977 ; Tomkins, 1962/1963) ou si l'expérience émotionnelle est fondamentalement continue, chaque émotion étant un point dans un espace multidimensionnel défini par des dimensions telles qu'approche-évitement et plaisant-déplaisant (e. g., Russell, 1980, 1997 ; Watson & Tellegen, 1985).

Plusieurs auteurs ont tenté de départager ces deux hypothèses (Etcoff & Magee, 1992 ; Young, Rowland, Calder, & Etcoff, 1997). Par exemple, Etcoff et Magee (1992) ont demandé à leurs participants de catégoriser des expressions faciales qui s'étendaient entre deux pôles correspondant chacun à un état émotionnel. Les pôles émotionnels testés étaient : colère/tristesse, colère/peur, colère/dégoût, joie/tristesse, joie/neutralité, tristesse/neutralité, joie/surprise, et surprise/peur. Pour chaque dimension, ils disposaient

<sup>11</sup> Toutefois, entre ces deux périodes, cette hypothèse n'était pas dominante (e. g., Landis, 1924 ; Hunt, 1941 ; voir Ekman, 1992).

de onze expressions, deux intenses correspondants aux pôles et neuf intermédiaires correspondant au passage progressif d'un pôle à l'autre. Ils ont ainsi constitué un continuum. Les visages étaient des visages dessinés à partir de visages réels. Ils ont observé que les pourcentages de réponses de catégorisation des expressions ne diminuent pas de façon linéaire lorsqu'on passe progressivement d'une émotion à une autre, mais présentent une limite nette entre deux catégories émotionnelles. Cette rupture a été observée pour toutes les paires qu'ils ont testées, sauf pour les paires joie/surprise et peur/surprise. De plus, lors d'une tâche de discrimination perceptive ultérieure, ces auteurs ont observé plus d'erreurs intra catégorielles que d'erreurs inter catégorielles (à distance égale). Plus tard, Young et al. (1997) ont répliqué les observations rapportées par Etcoff et Magee (1992) en utilisant des visages expressifs réels issus de la base d'Ekman et Friesen (1975) auxquels ils ont appliqué une transformation progressive de forme (morphing) pour passer progressivement d'une expression à l'autre. Ces données favorisent l'hypothèse catégorielle, mais leurs auteurs admettent eux-mêmes qu'elles ne réfutent pas l'hypothèse dimensionnelle. Selon eux, les informations réparties dans différentes catégories peuvent être combinées à un niveau supérieur pour inférer l'état émotionnel.

### **1.2.2. Le rôle des traits et de la configuration**

Ekman et Friesen (1975, 1978) ont recensé les modifications locales du visage qui apparaissent lors de la contraction musculaire qui accompagne un état émotionnel donné. Ils ont ainsi construit le Facial Action Coding System (FACS, Ekman & Friesen, 1978) qui permet de déterminer l'émotion selon les contractions musculaires visibles d'un visage (pour une approche similaire, voir le système de codage MAX proposé par Izard, 1979). Les différentes émotions peuvent ainsi être reconnues à partir des caractéristiques de certains traits. Par exemple, pour le dégoût, la lèvre supérieure s'élève, provoquant des plissements de la peau au niveau du nez. Pour la peur, les sourcils s'élèvent, les yeux s'écarquillent et la bouche s'ouvre. La colère provoque un abaissement des sourcils entre les yeux et la personne serre les lèvres ou, au contraire, montre les dents. La joie provoque un soulèvement des coins de la bouche alors que la tristesse provoque leur affaissement. Quelques recherches ont aussi porté sur le rôle des parties supérieures et inférieures du visage dans la reconnaissance des différentes expressions émotionnelles (Bassili, 1979 ; Calder, Young, Keane, Dean, 2000). Elles indiquent que la colère et la peur sont mieux reconnues à partir de la partie supérieure, la joie et le dégoût à partir de la partie inférieure et la surprise est aussi bien reconnue dans les deux conditions. Les résultats sont équivoques pour la tristesse : la reconnaissance est meilleure à partir de la partie supérieure dans la recherche de Calder et al. (2000) alors qu'elle est aussi bonne pour les deux régions dans la recherche de Bassili (1979).

Ainsi, on considère que le processus de reconnaissance des différentes expressions faciales émotionnelles est essentiellement déterminé par des modifications locales de certains traits faciaux. Cette description est évidemment de nature componentielle. On peut pourtant se demander quel rôle jouent les relations entre ces différents composants. Cette question a peu été abordée jusqu'ici. Parmi les quelques recherches, Wallbott et Ricci-Bitti (1993) ont demandé d'évaluer l'intensité émotionnelle de visages où ils faisaient

varier un seul ou plusieurs traits d'un visage neutre. Ils ont observé que le visage exprime les différentes émotions à travers la variation d'un ensemble de traits (i.e., d'une configuration de traits) plutôt qu'à travers celle d'un seul trait. Par contre, Ellison et Massaro (1997) ont montré qu'il est possible de rendre compte de la reconnaissance d'une expression émotionnelle par la combinaison de variations locales - mais ils ont manipulé deux traits seulement (les sourcils et les coins de la bouche). Un rôle important des informations configurales dans la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle a été mis en évidence par Calder et al. (2000). Ils ont repris une procédure similaire à celle développée par Young et al. (1987) pour la reconnaissance du visage, mais dans une tâche de reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle. La moitié supérieure du visage d'une personne exprimant une émotion était présentée avec la moitié inférieure de cette même personne exprimant une autre émotion. Les deux moitiés étaient alignées ou décalées (voir Figure 6). La reconnaissance de l'émotion sur chaque moitié du visage est perturbée lorsqu'elles sont alignées. Cet effet disparaît si les visages sont renversés. Il apparaît donc que les informations configurales jouent un rôle prépondérant dans la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle.



Figure 6 : Illustration de la technique de visages composites appliquée à l'expression faciale émotionnelle (Adaptée de Calder et al., 2000).

### 1.2.3. Le rôle du mouvement

L'expression d'une émotion est une activité motrice relativement rapide qui peut se développer en moins d'une seconde. Une expression émotionnelle n'est ainsi quasiment jamais perçue comme une image arrêtée mais, au contraire, comme un phénomène dynamique. Quel est donc le rôle du mouvement dans la perception et la reconnaissance de l'expression émotionnelle ?

Afin de pouvoir étudier le rôle du mouvement en minimisant les informations sur l'aspect du visage, plusieurs auteurs ont utilisé la technique des points lumineux

développée par Johansson (1973). Cette technique consiste à placer plusieurs points lumineux sur les articulations d'acteurs qui sont ensuite filmés dans le noir en train d'effectuer certains types de mouvements. On présente le film à des sujets qui ne voient alors que des points lumineux en mouvement. On a pu ainsi montrer que les sujets parviennent bien à reconnaître les types de mouvements effectués (Johansson, 1973), mais aussi le genre et même l'identité des personnes, et ceci simplement à partir du pattern de déplacement de ces points (Cutting & Kozlowski, 1977 ; Kozlowski & Cutting, 1977). Bassili (1978, 1979), puis Bruce et Valentine (1988) ont adapté cette technique aux visages en plaçant des points lumineux sur les visages d'acteurs auxquels ils demandaient d'exprimer différentes émotions. Ils ont observé que les participants parviennent très correctement à reconnaître les expressions faciales simplement à partir du pattern de déplacement des points. Le mouvement à lui seul est donc suffisant pour permettre la reconnaissance des expressions faciales émotionnelles.

La question est maintenant de savoir comment sont combinées les informations statiques et celles de mouvement. Humphreys, Donnelly et Riddoch (1993) ont rapporté le cas d'un patient prosopagnosique, H. J. A., qui est incapable de reconnaître les expressions faciales à partir d'images statiques. Il arrive cependant à identifier correctement les expressions quand elles sont produites sous ses yeux par l'expérimentateur - donc, avec des informations de mouvement - ou même à partir du déplacement de points lumineux. Il s'agit d'un cas de dissociation entre un processus impliqué dans la reconnaissance d'expressions faciales statiques et un autre processus impliqué, lui, dans la reconnaissance d'expressions faciales dynamiques. Ce patient présente le même type de dissociation pour la lecture labiale selon que les images sont en mouvement ou statiques (Campbell, 1992).

La distinction entre une voie statique et une voie dynamique dans le traitement de l'expression faciale concorde avec les données physiologiques qui montrent des systèmes fonctionnels séparés pour le traitement des formes en mouvement et celui des formes statiques (Desimone & Ungerleider, 1989). Les données de Humphreys et al. (1993) favorisent d'ailleurs un modèle où les expressions sont catégorisées séparément dans des canaux sensibles au mouvement et aux formes statiques. Les sorties de ces canaux seraient alors combinées à un niveau supérieur dans un système "*d'évaluation sociale*" (selon leurs propres termes).

### **I.2.4. La discriminabilité des expressions faciales émotionnelles : La supériorité du sourire**

Certaines expressions sont facilement discriminées l'une de l'autre, mais d'autres sont souvent confondues. La joie notamment est facilement distinguée de toutes les autres expressions. La colère se distingue bien de la peur, mais elle est souvent confondue avec le dégoût. De même, la surprise et la peur sont souvent confondues (e. g., Ekman, Friesen, & Ellsworth, 1982).

Il existe aussi de nombreuses données qui montrent que les différentes émotions ne sont pas toutes aussi faciles à reconnaître. Là encore, la joie apparaît être l'émotion la plus facilement et la plus souvent identifiée (e. g., Calder et al., 2000). Cette supériorité de

la joie est aussi rapportée lors d'études de patients présentant des troubles neurologiques ou psychiatriques (e. g., Adolphs, H. Damasio, Tranel, & A. Damasio, 1996 ; Archer, Hay, & Young, 1992, 1994 ; Bowers, Bauer, Coslett, & Heilman, 1985 ; Braun, Baribeau, Ethier, Daigneault, & Proulx, 1988 ; Braun, Denault, Cohen, et Rouleau, 1994). Par exemple, Archer et al. (1992) ont observé que la joie est plus facilement reconnue que la colère, le dégoût ou la surprise par des sujets sains et des patients schizophrènes ou dépressifs. Par ailleurs, ces patients ont des problèmes par rapport aux participants sains pour toutes les expressions ... sauf pour la joie (pour une observation similaire avec des patients lésés, voir Adolphs et al., 1996). La supériorité du sourire sur les autres expressions faciales émotionnelles peut s'expliquer pour plusieurs raisons. D'abord, on peut noter que c'est la seule émotion positive, les autres étant toutes négatives. Ensuite, Ekman, Friesen et Ellsworth (1972) ont noté que la joie et l'expression émotionnelle la plus fréquemment manifestée dans de nombreuses cultures.

Il reste aussi quelques questions en suspens concernant certaines expressions faciales émotionnelles. Notamment, le statut de la neutralité n'est pas clairement défini. Bien que n'étant pas l'expression d'un état émotionnel, on peut se demander s'il s'agit simplement d'une *absence* ou d'un faible degré d'émotion. Dans leur étude sur le traitement catégoriel de l'expression faciale émotionnelle, Ectoff et Magee (1992) ont observé que la neutralité se "comporte" comme une catégorie par rapport aux émotions de joie et de tristesse. La surprise, elle aussi, a un statut particulier. Ectoff et Magee (1992) n'ont pas trouvé d'effet catégoriel entre la surprise et la joie ou la peur. Selon eux, cette observation est en accord avec deux constats : 1) le manque de preuves en faveur d'une dénomination universelle des expressions de surprise ; 2) certains arguments semblent montrer que la surprise n'est pas une émotion comme les autres. Elle serait un état cognitif qui se combine avec de véritables émotions comme la joie et la peur (voir Oatley & Johnson-Laird, 1987). Lazarus (1991) a d'ailleurs décrit la surprise comme une "pré-émotion".

### **I.3. Les régions cérébrales impliquées dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle**

---

Comme pour le traitement de l'identité et pour la reconnaissance du visage, l'hémisphère droit s'est révélé plus efficace dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle. Cette supériorité a été mise en évidence en utilisant un paradigme de présentation par hémisphère visuel (e. g., Ley & Bryden, 1979 ; Natale, R. E. Gur, & R. C. Gur, 1983 ; Safer, 1981 ; Strauss & Moscovitch, 1981). D'ailleurs, une atteinte de l'hémisphère droit provoque des perturbations plus importantes de la reconnaissance des expressions faciales qu'une atteinte de l'hémisphère gauche (e. g., Benowitz, Bear, Rosenthal, Mesulam, Zaidel, & Sperry, 1983 ; Borod, 1993 ; Borod, Koff, Lorch, & Nicholas, 1986 ; Bowers et al., 1985 ; Bowers, Blonder, Feinberg, & Heilman, 1991). Enfin, la désactivation hémisphérique n'a d'effet sur l'évaluation de l'intensité des expressions faciales émotionnelles que pour l'hémisphère droit (Ahern, Schomer, Kleefeld, Blume, Cosgrove, Weintraub, & Melusam, 1991). Cependant, notons que l'hémisphère gauche n'est pas inactif et implique des processus permettant la reconnaissance des différentes



expressions faciales émotionnelles (e. g., Stone, Nisenson, Eliassen, & Gazzaniga, 1996). Comme pour la reconnaissance du visage, l'hémisphère gauche permet de réaliser un certain nombre de tâches de reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle, même s'il le fait moins bien que l'hémisphère droit.

Plusieurs structures cérébrales interviennent dans la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle. C'est le cas, notamment, du cortex temporal et, plus exactement, du cortex temporo-pariétal ou temporal latéral. Des lésions à ce niveau peuvent entraîner des déficits de reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle (e. g., Bowers & Heilman, 1984 ; Rapsak, Comer, & Rubens, 1993 ; Rapsak, Kaszniak, & Rubens, 1989). Les études chez le singe ont aussi indiqué qu'il existe dans le sulcus temporal supérieur des cellules faciales apparemment spécifiques pour traiter cette information (e. g., Hasselmo et al., 1989). Ces cellules sont d'ailleurs proches de cellules sensibles au mouvement et à l'orientation de l'attention (Perrett, Hietanen, Oram, & Benson, 1992). Finalement, l'imagerie cérébrale a confirmé le rôle du sulcus temporal supérieur chez l'homme (R. C. Gur, Skolnick, & R. E. Gur, 1994 ; Streit, Ioannides, Liu, Wolwer, Dammers, Gross, Gaebel, & Muller-Gartner, 1999). Notons, cependant, que la partie temporale impliquée dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle ne semble pas être la même que celle qui est impliquée dans le traitement de l'identité (e. g., Hasselmo et al., 1989 ; Sergent et al., 1994 ; voir Haxby et al., 2000)<sup>12</sup>.

D'autres structures cérébrales ont été décrites. C'est le cas, notamment, de l'amygdale, du système limbique et de l'insula (voir Haxby et al., 2000). La lésion de l'amygdale provoque ainsi des troubles sévères pour apparier ou reconnaître les expressions émotionnelles du visage (e. g., Young, Hellawell, Van De Wal, & Johnson, 1996). Elle est d'ailleurs activée lors de tâches impliquant le traitement de l'expression faciale émotionnelle (e. g., Breiter, Etcoff, Whalen, Kennedy, Rauch, Buckner, Strauss, Hyman, Rosen, 1996 ; Streit et al., 1999). Elle semble plus particulièrement impliquée dans la perception de la peur (Adolphs, Tranel, H. Damasio, & A. Damasio, 1994, 1995 ; Morris, Frith, Perrett, Rowland, Young, Calder, & Dolan, 1996). L'insula semble, par contre, plutôt impliquée dans la reconnaissance du dégoût (Phillips, Young, Senior, Brammer, Andrew, Calder, Bullmore, Perrett, Rowland, Williams, Gray, & David, 1997).

## II. La catégorisation du genre

Le genre est une des informations faciales la plus facilement extraite. Par exemple, dans une étude de Bruce et de ses collaborateurs, le pourcentage de catégorisations correctes du genre de 88 visages féminins et de 91 visages masculins dont les cheveux étaient dissimulés est de l'ordre de 96% (Bruce, Burton, Hanna, Healey, Mason, Coombes, Fright, & Linney, 1993). La latence est aussi très rapide, de l'ordre de 500-600 ms (e. g., Bruce, H. Ellis, Gibling, & Young, 1987 ; Bruyer et al., 1993 ; Dubois et al., 1999 ; Sergent, 1986a). Un nombre relativement important de recherches se sont attachées à déterminer

---

<sup>12</sup> Nous critiquerons cependant ce point de vue ultérieurement.

les caractéristiques faciales qui nous permettent de distinguer les visages féminins des visages masculins. Ces recherches considèrent le poids de chaque trait facial ou celui d'informations plus globales comme la configuration, les informations tridimensionnelles et les informations de surface<sup>13</sup>.

## II.1. Quelles sont les caractéristiques du visage qui permettent de distinguer les femmes des hommes ?

---

### II.1.1. Le rôle des différents traits faciaux dans la catégorisation du genre

Il existe plusieurs caractéristiques faciales qui sont sexuellement dimorphiques, i.e. qui diffèrent entre les femmes et les hommes. Enlow (1982) a par exemple suggéré que les hommes ont un nez plus protubérant que les femmes. Dans une étude métrique, Burton, Bruce et Dench (1993) ont cité plusieurs caractéristiques distinctives du genre et qui peuvent donc servir, potentiellement, à sa discrimination. Il s'agit, notamment, de l'épaisseur et de la hauteur des sourcils au-dessus des yeux, de la largeur du visage, du nez et de la bouche, de la hauteur du front, de l'épaisseur de la lèvre inférieure, de la distance entre le nez et la bouche et de la longueur du menton. Ils ont aussi observé que la structure tridimensionnelle du nez différencie les deux genres ; les hommes ont effectivement le nez plus protubérant. Campbell, Benson, Wallace, Doesbergh et Coleman (1999) ont rapporté que la distance entre le sourcil et l'oeil est plus grande pour les visages féminins que pour les visages masculins.

D'autres chercheurs ont étudié le poids des différents traits lors d'une tâche de catégorisation du genre. Par exemple, Roberts et Bruce (1988) ont dissimulé les yeux, le nez ou la bouche de visages dont les cheveux ont préalablement été éliminés. Ils ont alors observé que les trois traits influencent la latence des réponses, mais c'est la dissimulation du nez qui l'augmente le plus. Dans l'étude de Bruce et al. (1993), c'est le masquage des yeux qui s'est révélé le plus gênant, puis viennent le masquage du nez et, dans une moindre mesure, du menton. Cette divergence empirique peut sans doute s'expliquer de la façon suivante : le masquage du nez appliqué par Roberts et Bruce (1988) dissimulait aussi une partie des sourcils, ce qui n'était pas le cas dans l'étude de Bruce et al. (1993). De plus, dans cette dernière étude, les sourcils étaient partiellement dissimulés lors du masquage des yeux, ce qui n'était pas le cas dans l'étude de Roberts et Bruce (1988). Notons que le masquage du nez semble avoir un effet perturbateur plus important pour la catégorisation du genre de visages masculins que pour celle de visages féminins (e. g., Bruce et al., 1993).

Yamaguchi, Hirukawa et Kanazawa (1995) ont utilisé la technique de caricature pour déterminer le poids des yeux, du nez, des sourcils, de la bouche et du contour du visage dans la catégorisation du genre de visages asiatiques. Ils ont construit un prototype masculin et un prototype féminin ainsi qu'un prototype androgyne à partir de 36 visages féminins et de 36 visages masculins. Ensuite, ils ont créé un visage hyper-masculin et un

---

<sup>13</sup> Les informations de surface sont la couleur, la texture de la peau et la pilosité mais aussi les informations tridimensionnelles apportées par l'incidence de la lumière sur les différentes parties, en creux et en relief, du visage.

autre visage hyper-féminin en augmentant les distances entre chaque prototype sexué et le prototype androgyne. Un ou deux traits d'un prototype étaient alors remplacés par ceux du prototype de genre différent. Ils ont ainsi observé que les traits qui détériorent le plus la catégorisation du genre lorsqu'ils sont remplacés par leur équivalent de l'autre genre sont, d'abord, les sourcils et, ensuite, le contour du visage. Les autres traits n'ont qu'une influence insignifiante. Lorsque les sourcils seuls étaient changés, la moitié des participants tendaient à attribuer le genre opposé au prototype. De plus, lorsque les sourcils et le contour étaient changés, la majorité des participants attribuaient le genre opposé. Des résultats similaires ont été observés pour les hyper-prototypes. Brown et Perrett (1993) avaient déjà utilisé une technique du même type que celle de Yamaguchi et al. (1995), mais avec des visages caucasiens. Le trait le plus important dans leur étude est la mâchoire, puis les sourcils.

Il y a donc de grandes différences entre les recherches : certains observent un poids prépondérant du nez (e. g., Roberts & Bruce, 1988), d'autres des yeux (e. g., Bruce et al., 1993), d'autres encore des sourcils<sup>14</sup> et du contour du visage (e. g., Yamaguchi et al., 1995) ou de la mâchoire (Brown & Perrett, 1993). Ce manque de consensus indique, au mieux, qu'il n'existe pas un trait spécifique du genre mais que plusieurs traits contribuent significativement à la catégorisation du genre.

### **II.1.2. Le rôle des informations tridimensionnelles, configurales et de texture dans la catégorisation du genre**

Plusieurs études ont montré que la troisième dimension joue un rôle crucial dans la catégorisation du genre : les performances sont meilleures lorsque le visage est vu de trois-quarts plutôt que de face. Cet angle de vue rend plus évident la prééminence de certains traits, dont le nez et les arcades sourcilières. Bruce et al. (1993) ont étudié le rôle de ce type d'information en présentant des photographies en négatif où le contraste de l'image est inversé (Phillips, 1972). Ils ont observé que cette manipulation affecte fortement la catégorisation du genre. L'inversion du contraste a deux effets sur l'image : 1) elle inverse la pigmentation (des cheveux noirs deviennent blancs et inversement) ; 2) les zones d'ombre et les parties éclairées du visage sont également inversées (Phillips, 1972). Le traitement tridimensionnel des surfaces à partir du pattern d'illumination est donc fortement altéré (voir Bruce et al., 1993).

Comme dans la reconnaissance du visage et de l'expression faciale émotionnelle, les informations relationnelles et configurales jouent un rôle important dans la catégorisation du genre. Cela découle tout d'abord des résultats de Roberts et Bruce (1988) qui, bien que mettant en évidence un effet négatif de la dissimulation du nez, ont aussi observé que le nez présenté isolément ne permet pas une catégorisation du genre différente du hasard. L'importance du nez ne se manifeste donc qu'en interaction avec les autres parties du visage<sup>15</sup>. Le rôle de la configuration explique aussi que la catégorisation du genre est dégradée quand le visage est renversé (e. g., Bruce et al., 1993 ; Bruyer et al., 1993 ; Sergent & Corballis, 1989).

---

<sup>14</sup> Il faut remarquer que l'augmentation ou la diminution de la distance entre les sourcils et les yeux par certaines expressions faciales ou une différence de point de vue (vue de haut ou de face) affecte aussi la catégorisation du genre (Campbell et al., 1999).

Dans leur étude, Bruce et al. (1993) ont demandé à leurs participants de catégoriser le genre de visages scannés. Cette manipulation élimine les informations de texture et les informations sur la pilosité faciale (dont les sourcils). Elle gêne aussi considérablement la catégorisation du genre, notamment pour les visages féminins. Cette gêne est même plus importante que celle résultant de la dissimulation des yeux ou du nez. La texture et la pilosité faciale sont donc des indicateurs importants du genre.

L'ensemble de ces recherches montre qu'une seule source d'information n'entraîne quasiment jamais une détérioration complète de la performance (hasard). En d'autres termes, il est possible de catégoriser le genre d'un visage sans les yeux, le nez ou le menton, que le visage soit scanné, renversé ou que le contraste soit inversé. Comme l'ont proposé Bruce et al. (1993), la catégorisation ne repose donc certainement pas sur la prise en compte d'une seule source d'informations. Cette conclusion est d'ailleurs confirmée par Burton et al. (1993) qui ne parviennent à simuler, avec précision, la catégorisation du genre qu'en prenant en compte des informations d'origine différente, bi et tridimensionnelles.

## II.2. Localisation cérébrale de la catégorisation du genre

---

A notre connaissance, deux études seulement portent sur la latéralité hémisphérique de la catégorisation du genre. Elles n'indiquent soit aucune asymétrie (Sergent, 1986a) soit une supériorité - traditionnelle pour le visage - de l'hémisphère droit (Chiang, Ballantyne, & Trauner, 2000). De même, peu de patients présentent une atteinte sélective de la catégorisation du genre. Généralement, l'atteinte de la catégorisation du genre est observée en même temps qu'une atteinte de la reconnaissance du visage (prosopagnosie) où le cortex temporal est impliqué. Le seul patient non prosopagnosique présentant une perturbation de la catégorisation du genre a été décrit par Humphreys et al. (1993) et présente des lésions bilatérales et pariétales. Toutefois, les performances de ce patient dans la catégorisation du genre restent supérieures au hasard. En imagerie cérébrale, quatre recherches présentent l'activité cérébrale associée à une tâche de catégorisation du genre (Dubois et al., 1999 ; Kapur, Friston, Young, Frith, & Frackowiak, 1995 ; Narumoto, Yamada, Iidaka, Sadato, Fukui, Itoh, & Yonekura, 2000 ; Sergent et al., 1992). La plus ancienne de ces recherches montre une activation de la surface ventrale du cortex occipito-temporal droit (Sergent et al., 1992). Plus tard, Kapur et al. (1995) ont observé une activation bilatérale du cortex strié, ainsi qu'une activation bilatérale des gyrus lingual et fusiforme ainsi que de l'hippocampe et du gyrus parahippocampique droits. Dubois et al. (1999) ont rapporté une activation bilatérale du gyrus fusiforme lors d'une tâche de catégorisation du genre de visages inconnus ainsi que lors d'une tâche de catégorisation du genre de visages familiarisés. Ils ont aussi observé une activation gauche de l'amygdale pour les visages inconnus, qu'ils ont attribué au "danger" potentiel de ces visages. Finalement, Narumoto et al. (2000) ont rapporté une activation du gyrus

<sup>15</sup> Cette conclusion est évidemment triviale : la grosseur du nez ne peut être que relative au visage. Donc, si les hommes se distinguent des femmes par la taille du nez, la catégorisation de leur genre sur la base du nez ne pourra se faire que si l'on dispose du reste du visage pour y déterminer sa place relative.

lingual droit et du gyrus fusiforme latéral gauche. Notons que les activations observées dans les recherches de Kapur et al. (1995) et de Dubois et al. (1999) le sont aussi lors de tâches de reconnaissance.

En résumé, dans les chapitres 1 et 2, nous avons examiné les caractéristiques du visage qui permettent de l'identifier, de déterminer le genre ou d'inférer l'état émotionnel. Il apparaît que certaines caractéristiques faciales jouent un rôle important dans le traitement de plusieurs informations faciales. La configuration intervient notamment dans la reconnaissance du visage, dans la catégorisation du genre et dans la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle. De même, l'inversion du contraste, en perturbant le traitement des informations de surface, gêne non seulement la reconnaissance mais aussi la catégorisation du genre. D'autres caractéristiques, essentiellement celles relatives aux traits, semblent au contraire jouer un rôle plus ou moins important selon l'information faciale. Par exemple, le nez a peu d'importance pour reconnaître un visage mais peut en avoir pour déterminer le genre. De même, les cheveux (i.e., la coiffure) peuvent aider à l'identification et la catégorisation du genre, mais ne sont d'aucune utilité pour identifier l'expression faciale émotionnelle. Il semble aussi que les caractéristiques du visage les plus importantes pour extraire les informations d'identité, d'expression et de genre sont communes (i.e., configuration, information de surface). Ces informations se distinguent essentiellement sur des caractéristiques secondaires comme les traits.



## Chapitre 3 : De la modularité de l'esprit... et des visages

Dans les années 70, l'intérêt pour le visage a donné lieu à de très nombreuses recherches empiriques (pour une revue : Tiberghien, 1983, 1988). Il est alors apparu nécessaire de fournir un cadre théorique commun à l'ensemble des données observées. Dès le début des années 80, plusieurs auteurs ont proposé des modèles de la reconnaissance des visages (parmi les premières propositions, voir Bruce, 1979 ; H. Ellis, 1981 ; Hay & Young, 1982 ; pour une revue des modèles, voir Bruyer, 1987a). Depuis, de nombreuses modélisations ont été développées dans des domaines divers, allant de la psychologie expérimentale aux neurosciences en passant par l'intelligence artificielle (e. g., Bruyer, 1990 ; Burton et al., 1990 ; A. Damasio et al., 1982 ; H. Ellis, 1986 ; Farah, 1994 ; Haxby et al., 2000 ; Perrett, Mistlin, Potter, Smith, Head, Chitty, Broenniman, Milner, & Jeeves, 1986 ; Rhodes, 1985 ; Valentin, Abdi, & Edelman, 1997, 1999 ; Yamada, Chiba, Tsuda, Maiya, & Harashima, 1992). De plus, pratiquement tous ces modèles prennent en compte des données ou des méthodes développées dans des champs disciplinaires variés : analyse chronométrique des comportements de participants sains ; étude des performances de patients souffrant d'atteintes neurologiques ou psychiatriques ; exploration des différences inter-hémisphériques par présentation en héli-champs visuels ; enregistrement d'indicateurs physiologiques périphériques (e. g., réponses électrodermales) ou centraux (e. g., variation du flux sanguin cérébral, électroencéphalographie) ou, encore, simulation connexionniste.

La plupart de ces modèles sont fortement influencés par la théorie de la modularité de l'esprit (Fodor, 1983). Selon Fodor, une partie du cerveau – celle chargée de la collecte des informations de l'environnement – serait organisée en modules fonctionnels localisés dans des régions cérébrales distinctes. Chaque module effectuerait des opérations spécifiques. Leur mise en oeuvre serait automatique et encapsulée, c'est à dire indépendante des autres modules. Elles seraient inconscientes et "non-pénétrables", i.e. elles ne pourraient être contrôlées par des processus de haut niveau. Une telle organisation concernerait des systèmes périphériques comme la vision, par exemple. Fodor postule même qu'il existerait un module spécifiquement chargé du traitement du visage. Cette théorie est adoptée par la plupart des chercheurs qui s'intéressent aux visages. Elle a même été étendue au traitement des différentes informations faciales, la tendance actuelle étant de considérer qu'il existe un module pour chacune d'elles.

Certains modèles – les plus récents notamment – n'étudient qu'un processus de traitement d'une information faciale, généralement la reconnaissance du visage (e. g., Burton et al., 1990 ; Valentine, 1991). D'autres étudient de façon intégrative les processus chargés du traitement des différents aspects du visage (e. g., Bruce & Young, 1986 ; Bruyer, 1990 ; H. Ellis, 1986 ; Haxby et al., 2000 ; Hay & Young, 1982). Une tendance générale est de considérer que les différents types d'informations faciales sont extraits par des processus distincts et indépendants. Les relations entre ces processus varient néanmoins selon les modèles et dépendent des informations en question. Nous nous intéresserons principalement à deux types de relations : 1) La relation entre la reconnaissance du visage et le traitement de l'expression faciale émotionnelle ; 2) La relation entre la reconnaissance du visage et le traitement des informations sémantiques dérivées de l'analyse visuelle, en particulier, le genre.

Pour ce qui est de la reconnaissance du visage et du traitement de l'expression faciale émotionnelle, la question de leurs relations se pose dès la fin des années 70. A cette époque, comme nous l'avons déjà souligné, des données abondantes indiquent une supériorité de l'hémisphère droit dans le traitement à la fois de l'identité et de l'expression faciale émotionnelle. La question est alors de savoir si identité et expression impliquent un seul et même processus ou, au contraire, deux processus distincts et indépendants. Pour certains, les deux types d'information renvoient à des processus indépendants (e. g., Cicone, Wapner, & Gardner, 1980 ; Fried, Mateer, Ojemann, Wohms, & Fedio, 1982 ; Strauss & Moscovitch, 1981). Pour d'autres, ils sont indissociables (Hansch & Pirozzolo, 1980 ; Yin, 1970). D'autres encore suggèrent qu'ils sont partiellement dissociables et qu'ils impliquent des processus interdépendants (Dekosky, Heilman, Bowers, & Valenstein, 1980 ; Ley & Bryden, 1979). L'hypothèse qui l'emporte dans les années 80, et qui domine encore de nos jours, est celle d'une indépendance complète. Elle fait l'unanimité dans la quasi-totalité des modèles (e. g., Bruce & Young, 1986 ; Bruyer, 1990 ; H. Ellis, 1986 ; Hay & Young, 1982).

Pour ce qui est de la reconnaissance du visage et de l'extraction des informations sémantiques inférées à partir de l'analyse visuelle du visage (e. g., genre, âge, origine ethnique), le consensus est moins marqué. La plupart des modèles considèrent que des processus distincts sont à l'oeuvre, mais la nature de leurs relations varie selon les auteurs. Certains considèrent que les deux processus sont parallèles et indépendants (e.



g., Bruce & Young, 1986). D'autres les considèrent parallèles, mais admettent que les informations sémantiques visuelles puissent influencer les processus de reconnaissance (e. g., Hay & Young, 1982). H. Ellis (1986) propose même que les deux processus sont sériels, la reconnaissance impliquant une suite de processus de classification de plus en plus fins, incluant, notamment, la catégorisation du genre.

Considérons individuellement certains de ces modèles. Le plus ancien, celui de Hay et Young (1982) postule que la reconnaissance s'opère par l'activation d'une unité qui permet l'accès aux informations sémantiques, puis au nom (Figure 7a). Les autres informations, dont le genre, sont extraites par les processus visuels qui vont permettre la mise en oeuvre d'autres processus cognitifs, dont l'analyse de l'expression faciale émotionnelle. Les auteurs proposent une connexion entre ces processus visuels et les unités de reconnaissance, suggérant ainsi que les premiers peuvent modifier les secondes. Dans ce modèle, le genre peut donc, en principe, influencer la reconnaissance du visage<sup>16</sup>.

**Figure 7a-c : Quelques modèles du traitement de l'information faciale.**

---

<sup>16</sup> On peut d'ailleurs aussi supposer qu'il en est de même pour l'expression faciale émotionnelle, en raison de ses connexions descendantes sur les processus visuels. Ce n'est cependant pas la position de Hay et Young.

Figure 7a : Hay et Young (1982).

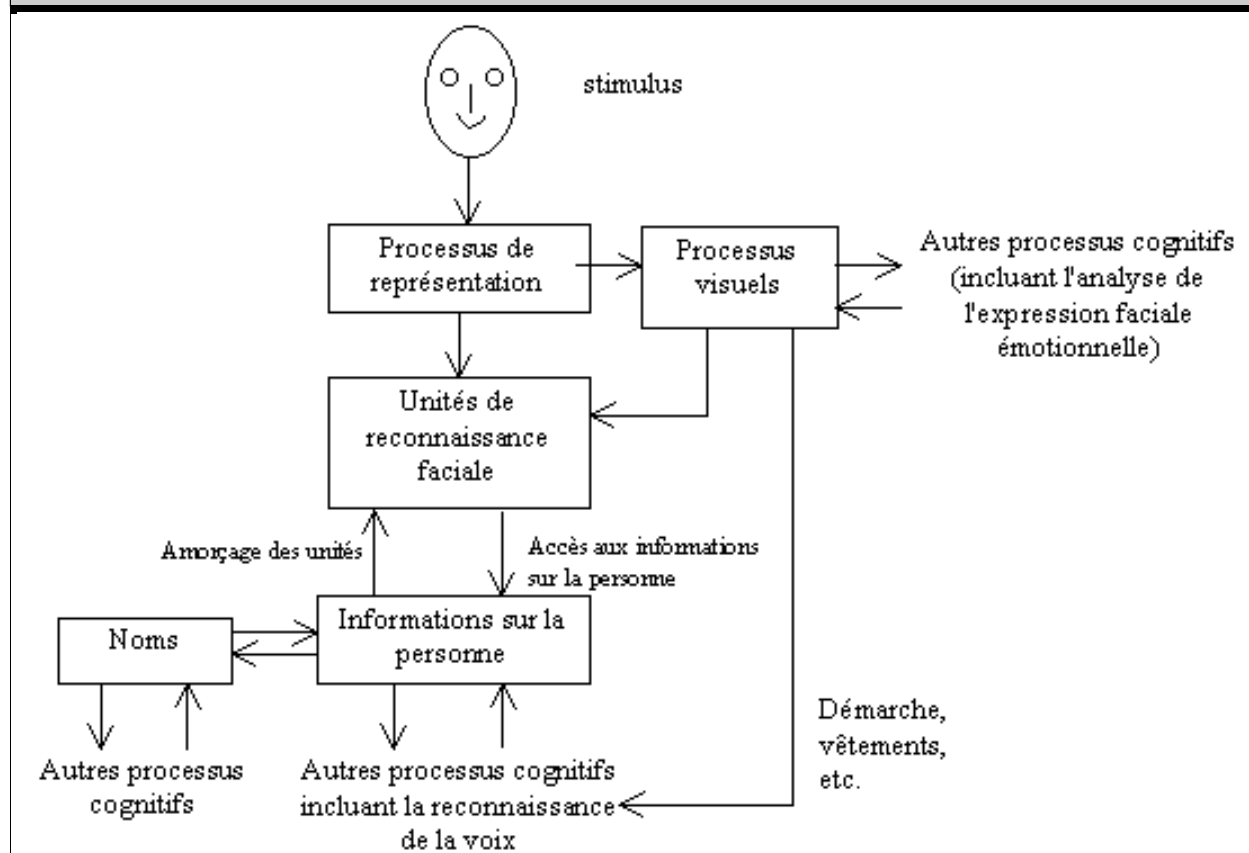
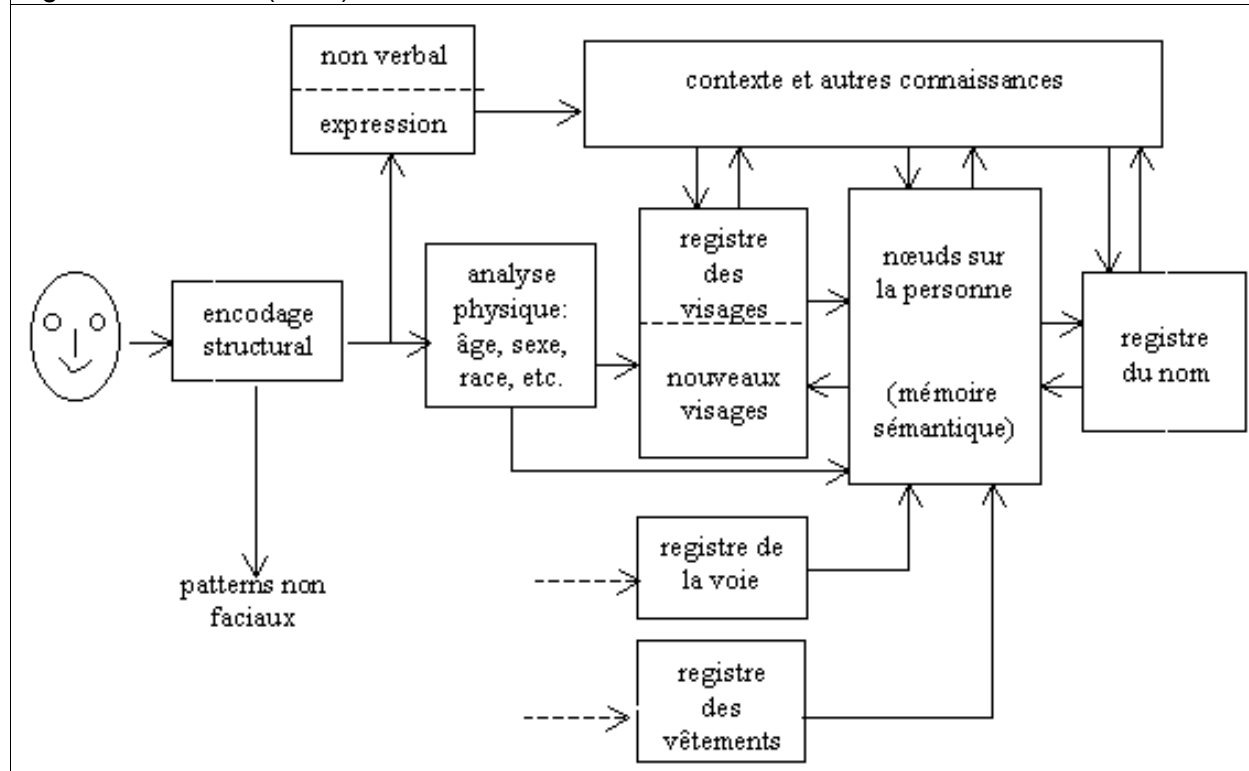
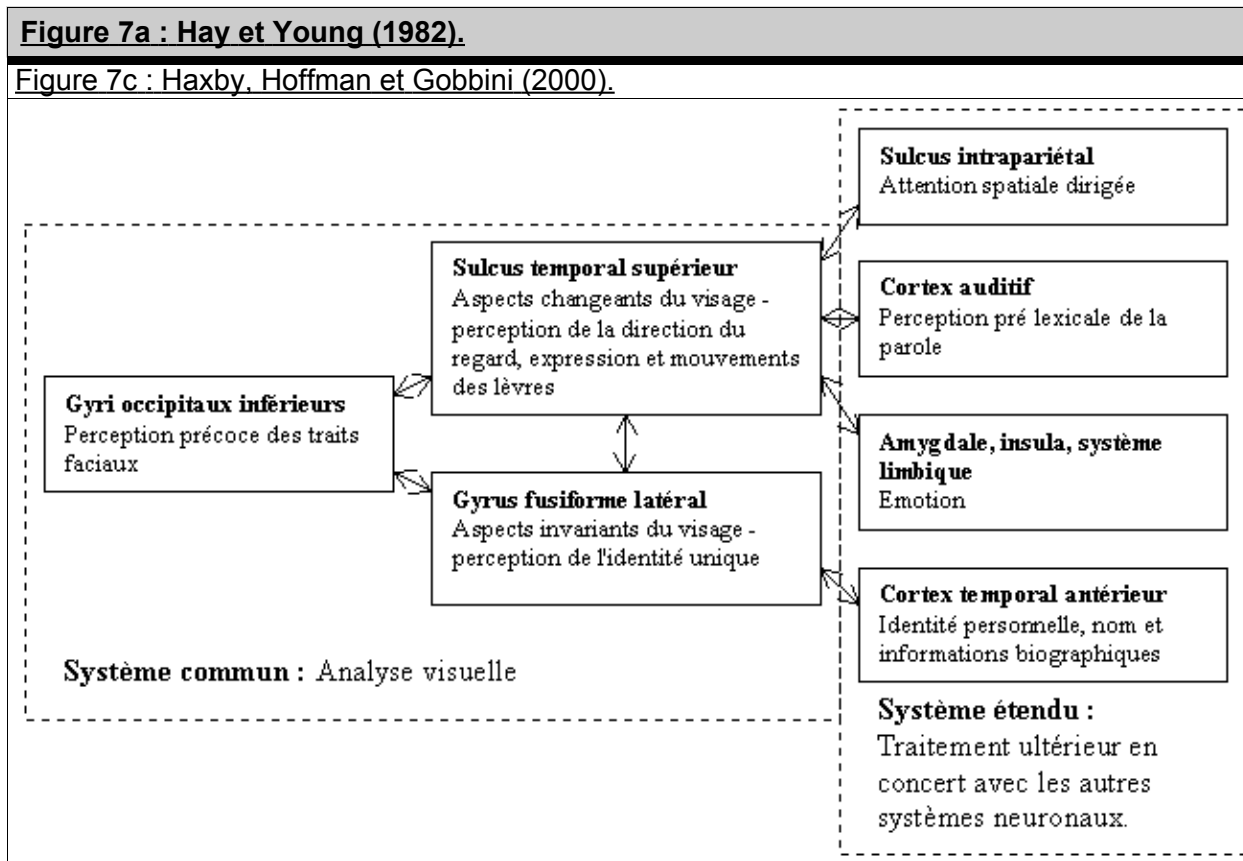


Figure 7b : H. Ellis (1986).





Le modèle de Bruce et Young (1986) développe celui de Hay et Young (1982) avec quelques variantes (voir l'introduction, Figure 1). Tout d'abord, les processus visuels sont décomposés en différents sous-processus indépendants : d'une part, l'analyse de l'expression faciale émotionnelle et, d'autre part, les "processus visuels dirigés" assurant l'extraction des informations sémantiques dérivables de l'analyse visuelle du visage, comme le genre. Ils sont indépendants de la reconnaissance du visage proprement dite. Cette dernière est décrite par une série de sous-processus identique à celle proposée par Hay et Young (1982). La connexion entre les processus visuels dirigés et les unités de reconnaissance disparaît ainsi dans le modèle de Bruce et Young.

H. Ellis (1986) a adopté une position théorique radicalement différente (Figure 7b). Selon lui, la reconnaissance d'un visage résulte d'un ensemble sériel de processus de classification de plus en plus précis. Il commence par la classification du stimulus visuel en visage ou non-visage et s'achève par la discrimination d'un visage spécifique différent de tous les autres visages en mémoire. Cette dernière étape n'est atteinte qu'après des étapes de classification intermédiaire (classification du genre, de l'âge, de l'origine ethnique, etc). La reconnaissance nécessite donc ici la catégorisation préalable du genre. Par contre, l'expression est extraite par un processus indépendant. Le schéma de H. Ellis (1986) permet cependant de supposer que l'expression peut exercer une influence contextuelle sur la reconnaissance.

Tout récemment, Haxby et al. (2000) ont proposé un nouveau modèle qui prend en compte les données d'imagerie cérébrale (Figure 7c) et qui, selon eux, est fortement

inspiré du modèle de Bruce et Young (1986). Pourtant, ce modèle présente une particularité qui correspond à une conception nouvelle dans le domaine de la reconnaissance du visage : les processus de haut niveau ont des projections descendantes jusqu'aux niveaux les plus précoces. De plus, ces derniers ont des connexions réciproques : ils peuvent donc s'influencer mutuellement. Aucun des autres modèles que nous avons présentés ne permet de telles projections. Ces connexions descendantes permettent des interactions dans le traitement des différentes informations faciales. Ainsi, par exemple, la familiarité peut rétroagir sur le traitement précoce de la structure du visage ce qui peut alors se répercuter sur tous les autres processus qui en utilisent le produit.

Ainsi les différences entre ces modèles sont importantes et la question de l'indépendance ou de l'interaction entre processus est évidemment critique. Quelles sont donc les données empiriques qui permettent d'accepter l'hypothèse d'indépendance entre le processus de reconnaissance du visage et le traitement des expressions émotionnelles, d'une part, et, d'autre part, la catégorisation du genre ?

## **I. Modularité, reconnaissance du visage et traitement de l'expression faciale émotionnelle**

### **I.1. Etudes comportementales sur des participants sains**

---

L'hypothèse d'indépendance entre la reconnaissance du visage et le traitement de l'expression faciale émotionnelle a trois implications théoriques qui peuvent être testées au niveau comportemental. La première est que la reconnaissance du visage ne devrait pas être influencée par son expression faciale. La deuxième est que le traitement de l'expression faciale émotionnelle ne devrait pas être influencé par l'identité et la familiarité du visage. La troisième est que la capacité à extraire chacune de ces deux informations peut être dissociée chez un même individu ou d'un individu à un autre ; une personne peut avoir de bonnes capacités pour extraire une des informations sans pour autant être très performant pour l'autre.

#### **I.1.1. Influence de l'expression faciale émotionnelle sur la reconnaissance du visage**

Les recherches sur ce point ont donné lieu à des résultats et à des conclusions variables, souvent contradictoires. Certains auteurs n'ont observé aucune intervention de l'expression dans le traitement et la reconnaissance de visages familiers. Bruce (1982), par exemple, a présenté un visage, souriant ou non et vu de face ou de trois-quarts, à mémoriser. Lors de la phase de reconnaissance, 8 secondes plus tard, ce visage était présenté à nouveau soit avec la même pose et la même expression, soit avec l'autre expression ou/et l'autre pose. La moitié des visages mémorisés étaient familiers et les

autres non familiers. L'appariement des visages non familiers est perturbé par le changement d'expression ou/et de pose. Par contre, pour les visages familiers, le changement d'expression ne gêne pas la reconnaissance. Bruce (1982) a alors conclu que la reconnaissance des visages familiers est indépendante de l'expression faciale<sup>17</sup>. Young, McWeeny, Hay et H. Ellis (1986b) aboutissent à la même conclusion dans une recherche où les participants devaient dire si deux visages présentés simultanément appartenaient ou non à la même personne : les deux visages pouvaient être familiers ou non et leur expression identique ou différente. Dans cette recherche, le changement d'expression n'affectait pas les latences d'appariement pour les visages célèbres. Le traitement des visages inconnus était cependant influencé par les changements d'expression. L'hypothèse d'indépendance entre le traitement de l'expression et la reconnaissance ne semble donc tenir que pour les visages familiers.

Cependant, d'autres auteurs ont rapporté que l'expression, ou le changement d'expression, influence aussi la reconnaissance et l'appariement des visages familiers. Notamment, Davies et Milne (1982), en utilisant un paradigme similaire à celui de Bruce (1982), ont observé un effet du changement d'expression pour les visages familiers. La principale différence entre les deux recherches est le type des visages familiers utilisés : Bruce (1982) utilisait des visages d'enseignants alors que Davies et Milne (1982) utilisaient des visages de célébrités. Par ailleurs, dans une recherche similaire à celle de Young et al. (1986), Baudouin (1995) a observé que l'expression influence l'appariement de visages célèbres comme celui de visages inconnus (voir aussi Sansone, Baudouin, & Tiberghien, 1995). A la différence de Young et al. (1986b), les deux visages étaient présentés pendant une durée très brève de 15 ms et avec un SOA variable (0, 45 et 2015 ms). Baudouin (1995) et Sansone et al. (1995) ont suggéré que les visages familiers sont traités indépendamment de l'expression faciale uniquement lorsque l'accès à une représentation suffisamment élaborée, voir "verbale" de la personne est possible. L'appariement de l'identité de deux visages ne serait donc indépendant de l'expression que (i) si les visages sont familiers (Bruce, 1982 ; Young et al., 1986b, mais voir Davies & Milne, 1982) ; (ii) si les conditions expérimentales permettent un codage suffisamment élaboré de l'identité du visage (Baudouin, 1995 ; Sansone et al., 1995).

Par ailleurs, la reconnaissance ou l'apprentissage d'un visage est plus ou moins bonne selon l'émotion qu'il exprime (Kottoor, 1989 ; N. Endo, M. Endo, Kirita, & Maruyama, 1992 ; Pellegrin, Sansone, Baudouin, & Tiberghien, 1997, 1998 ; Sansone & Tiberghien, 1994). Par exemple, les participants de l'expérience de Kottoor (1989) reconnaissaient mieux des visages familiarisés s'ils étaient souriants. Ceux de N. Endo et al. (1992) reconnaissaient mieux des célébrités avec un sourire et des enseignants lorsqu'ils avaient une expression neutre. Sansone et Tiberghien (1994) ont observé que des visages sont mieux reconnus s'ils sont préalablement appris souriants plutôt qu'avec une expression neutre (voir aussi Pellegrin et al., 1997, 1998). L'efficacité de l'apprentissage et de la reconnaissance d'un visage dépendent donc de son expression faciale.

---

<sup>17</sup> Bruce (1982) observe néanmoins, pour les visages familiers, une augmentation significative des latences (+80 ms) lorsque l'expression change. Selon elle, ceci ne remet pas en cause l'indépendance des deux processus. Elle explique cette observation par les seuls changements physiques induits par les modifications d'expression.

Les observations décrites ci-dessus n'impliquent cependant pas nécessairement une influence de l'expression en tant qu'information émotionnelle. Elles peuvent simplement s'expliquer comme la simple conséquence visuelle, au niveau physique, de l'expression ou de son changement dans la reconnaissance. Par exemple, les représentations mnésiques des visages familiers pourraient être plus ou moins expressives dans le sens où elles capturent des informations structurales qui correspondent à telle ou telle expression, en fonction de sa fréquence chez la personne concernée (Bruce, 1988). Les résultats de N. Endo et al. (1992) pourraient ainsi s'expliquer par le fait que les célébrités sourient souvent, ce qui n'est peut-être pas le cas des enseignants. Une autre explication, qui délaisse aussi l'aspect émotionnel des expressions faciales, est basée sur la variabilité des différentes expressions faciales émotionnelles. On peut suggérer que les différentes catégories d'expressions ne tolèrent pas les mêmes distorsions physiques par rapport au "prototype" de base. Par exemple, un grand nombre de configurations faciales différentes renvoie à une expression de joie. Une personne peut exprimer une joie intense ou avoir un léger sourire, avec de nombreuses possibilités intermédiaires. La neutralité présente une moins grande variabilité<sup>18</sup>. Cette forte variabilité des sourires pourrait faciliter l'extraction des informations faciales et, en particulier, de ses aspects invariants qui réfèrent à l'identité. On pourrait alors supposer que la meilleure reconnaissance de visages appris souriants (Sansone & Tiberghien, 1994) résulte d'une plus grande variabilité des différents sourires appris par rapport aux expressions neutres. Cependant, les recherches de Pellegrin et al. (1997, 1998), où cette variabilité a été neutralisée, ne sont pas favorables à cette explication ; à variabilité égale, le visage était toujours mieux reconnu lorsqu'il avait été appris souriant.

### **1.1.2. Influence de la familiarité sur le traitement de l'expression faciale émotionnelle**

Peu d'études ont tenté de clarifier l'influence de la reconnaissance du visage sur le traitement de son expression faciale émotionnelle. Les quelques études existantes n'ont pas montré d'effet (Bruce, 1986 ; Young et al., 1986b ; Campbell et al., 1996). Dans la recherche de Bruce (1986), par exemple, le fait de connaître les personnes ne permettait pas de déterminer plus rapidement si elles souriaient ou non. De même, Young et al. (1986b) n'ont observé aucun effet de la familiarité sur la latence de l'appariement des expressions faciales. Enfin, Campbell et al. (1996) ont répliqué à la fois les observations de Bruce (1986) et de Young et al. (1986b) en utilisant les deux types de paradigmes.

Cependant, ces recherches appellent quelques commentaires. Tout d'abord, comme l'ont d'ailleurs souligné Campbell et al. (1986), le paradigme d'appariement n'est pas le plus approprié pour tester l'hypothèse d'indépendance : il est en effet possible de n'utiliser

---

<sup>18</sup> Ce constat dépend néanmoins de ce que l'on entend par expression neutre. Généralement, dans les études menées à ce jour, l'expression neutre renvoie à la situation où le visage est "au repos", i.e. n'exprime rien, en particulier sur le plan émotionnel. Or, il existe d'autres situations où l'expression est émotionnellement neutre sans pour autant que le visage soit au repos. C'est le cas des différentes configurations d'un visage en train de parler. Dans ces conditions, la variabilité des expressions neutres est forte, et même plus forte que la variabilité du sourire. Il suffit, pour s'en convaincre, d'imaginer un visage prononçant les différentes lettres de l'alphabet.

que certaines parties du visage, ou certains traits faciaux, pour réaliser correctement un appariement sur l'expression faciale. Par ailleurs, dans les études qui impliquaient une décision à partir d'une simple photographie, seuls les temps de réactions ont été analysés (Bruce, 1986 ; Campbell et al., 1996). Bruce (1986) a bien rapporté le nombre total d'erreurs mais sans les analyser. Or, 8 erreurs portaient sur des visages familiers (soit 2,5%) alors que 41 portaient sur des visages inconnus (soit 12,8%). Enfin, ces auteurs ont conclu que l'expression est traitée indépendamment de la familiarité en acceptant l'hypothèse nulle, c'est à dire parce qu'ils n'ont tout simplement pas observé d'effet significatif de la familiarité sur l'expression. Cette absence d'effet peut pourtant avoir une autre explication que l'indépendance entre les deux processus. En effet, comme l'ont souligné Campbell et al. (1996), les décisions sur l'expression tendent à être plus rapides que celles qui portent sur l'identité (e. g., A. Ellis, Young, & Flude, 1990). On peut donc envisager que la familiarité n'influence pas la décision de reconnaissance ou d'appariement de l'expression car cette dernière est produite avant même que la première ne soit extraite.

Dès lors, la question critique est de savoir ce qui se passe quand la familiarité est extraite avant que le traitement de l'expression ne soit achevé. Ce cas de figure est envisageable ; la reconnaissance d'une expression faciale émotionnelle peut être plus ou moins rapide selon, par exemple, l'intensité de l'expression. De même, comme nous l'avons vu, les différentes expressions faciales émotionnelles ne sont pas toutes aussi facilement ni rapidement reconnues. Comme élément de réponse, Peng (1989, rapporté par Campbell et al., 1996) a observé que le fait de connaître personnellement un visage influence la rapidité avec laquelle on reconnaît son expression faciale émotionnelle, notamment lorsqu'il s'agit des expressions de peur et de dégoût. Un visage personnellement familier est facilement et rapidement reconnu. Par contre, la peur, mais surtout le dégoût sont parmi les expressions faciales qui sont le plus difficilement et le plus lentement reconnues. Elles le sont, notamment, plus lentement et avec moins de précision que le sourire. La familiarité pourrait donc favoriser le traitement de l'expression faciale, mais uniquement dans les conditions où elle est extraite plus rapidement.

Plusieurs recherches que nous avons réalisées en suivant cette logique expérimentale ne vont pas dans le sens d'une indépendance stricte entre le traitement de l'expression et la familiarité des visages (Baudouin, 1995 ; Baudouin, Sansone, & Tiberghien, 1996). Dans l'une d'elles, deux visages étaient présentés, l'un à côté de l'autre, pendant 15 ms, séparés par un SOA de 0 ms, 45 ms ou 2015 ms. Chaque visage était soit souriant, soit neutre, et ils étaient tous deux soit célèbres, soit inconnus. Les participants devaient décider s'ils exprimaient ou non la même émotion. Les résultats obtenus montrent que la familiarité n'influence l'appariement que pour un SOA de 0 ms. Dans cette condition, les participants décidaient plus rapidement que le second visage n'avait pas la même expression que le premier lorsque les deux visages étaient célèbres plutôt qu'inconnus. Il semble donc que la familiarité peut influencer le traitement de l'expression faciale émotionnelle lorsque ce dernier est perturbé.

### **I.1.3. Dissociation expérimentale de la reconnaissance du visage et du traitement de l'expression faciale émotionnelle**

Nous rapporterons ici deux approches. La première consiste à déterminer si les capacités de traitement de l'identité et de l'expression corrèlent ou non. La seconde consiste à étudier la capacité d'attention sélective pour chacune des deux informations en utilisant un paradigme spécialement adapté à l'étude de cette capacité, le paradigme de Gardner (1974, 1976).

Peu d'études ont rapporté les corrélations entre des tâches portant sur l'identité et l'expression émotionnelle chez des populations de participants sains. Les quelques recherches existantes portaient en fait sur des populations neurologiques ou psychiatriques, les participants sains servant de population contrôle (Braun et al., 1994 ; Salem, Kring, & Kerr, 1996 ; Weddell, 1989). Les résultats sont contradictoires. La corrélation n'est pas significative dans les études de Weddell (1989) et de Salem et al. (1996)<sup>19</sup>. Au contraire, Braun et al. (1994) ont observé une corrélation positive, faible mais significative ( $r = .40$ ) en utilisant le même matériel pour les deux types de tâches, ce qui n'était pas le cas dans les deux recherches précédentes.

L'autre approche consiste à utiliser le paradigme de Garner (1984, 1986) pour tester l'hypothèse d'indépendance entre les deux processus. Ce paradigme consiste à demander aux participants de classer en deux catégories une série de stimuli variant selon deux dimensions (e. g., identité et expression) avec deux valeurs possibles pour chacune d'elles (e. g., personne A vs. personne B et joie vs. tristesse). Lorsque la classification porte sur une dimension, l'autre dimension peut co-varier (e. g., personne A toujours joyeuse et personne B toujours triste), être constante (e. g., personne A et B toujours joyeuses) ou orthogonale (i.e., personne A et personne B joyeuses ou tristes). Si les deux dimensions sont indépendantes, les participants devraient être capables de porter leur attention sélectivement sur chaque dimension. Les variations d'une dimension ne devraient donc pas influencer la classification sur l'autre dimension. Si, au contraire, ils ne peuvent être sélectivement attentifs à chaque dimension, les participants devraient être aidés lorsque les deux dimensions sont corrélées et gênés lorsqu'elles sont orthogonales.

Trois études ont utilisé ce type de paradigme (Etcoff, 1984 ; Schweinberger et al., 1999 ; Schweinberger & Soukup, 1998). Etcoff (1984) a comparé des participants sains à des patients présentant des lésions cérébrales localisées dans l'hémisphère gauche ou dans l'hémisphère droit. Elle a observé une capacité d'attention sélective chez les participants sains et les patients lésés dans l'hémisphère gauche. Elle en a donc conclu que l'identité et l'expression sont deux dimensions indépendantes. Les patients atteints dans l'hémisphère droit ne présentaient pas une telle capacité. Ils éprouvaient, en effet, des difficultés à classer les visages selon l'expression lorsque l'identité variait de manière orthogonale. Schweinberger et ses collaborateurs (1998, 1999) ont fait la même observation avec des participants sains. Ils ont observé que, alors que les participants classaient les visages selon l'identité indépendamment des variations d'expression, la classification selon l'expression était ralentie quand ils devaient extraire l'expression de l'identité (condition orthogonale). Cette asymétrie s'observe même quand le traitement de l'identité est rendu plus long que celui de l'expression (Schweinberger et al., 1999). La

---

<sup>19</sup> Elles corrèlent cependant, comme nous le verrons plus loin, pour les patients étudiés, patients ayant subi une lobectomie et patients schizophrènes.



principale différence entre les études d'Etcoff (1984) et de Schweinberger et ses collaborateurs (1998, 1999) est que la première enregistrait le temps total mis pour classer tous les visages alors que les seconds prenaient en compte le temps de réponse pour chaque visage. Il apparaît donc que, même s'il est possible de porter sélectivement son attention sur l'identité, l'extraction de l'expression faciale émotionnelle ne se fait pas indépendamment de l'identité du visage.

En résumé, les études comportementales de participants sains ont donc donné des données contradictoires. Alors que certains n'ont observé aucune interaction entre les deux processus (Bruce, 1982, 1986 ; Campbell et al., 1996 ; Young et al., 1986b), d'autres ont mis en évidence des influences réciproques (Baudouin, 1995 ; Baudouin et al., 1996 ; Peng, 1989 ; Sansone et al., 1995 ; Sansone & Tiberghien, 1994 ; Schweinberger et al., 1999 ; Schweinberger & Soukup, 1998). En tout état de cause, les données en faveur de l'indépendance découlent toujours d'un échec à observer un effet significatif et de l'acceptation, méthodologiquement discutable, de l'hypothèse nulle. Elles ne démontrent donc pas l'hypothèse l'indépendance *per se*, mais elles peuvent résulter, plus simplement, de l'effet non contrôlé de certains facteurs dans les expériences en question. Il est clair que la reconnaissance d'une personne, comme celle d'une émotion, suppose de ne pas tenir compte des variations de l'autre dimension : on peut généralement reconnaître l'une malgré les changements de la seconde. Mais, comme le suggèrent maintenant plusieurs recherches comportementales, cette capacité ne tient pas nécessairement à l'indépendance précoce et à la modularité des deux processus. Elle semble plutôt nécessiter un certain niveau d'élaboration.

## **I.2. Que nous disent la neuropsychologie et la neuropsychiatrie ?**

---

L'argument principal avancé en faveur de l'indépendance entre la reconnaissance du visage et le traitement de l'expression faciale émotionnelle repose sur l'observation de dissociations neuropsychologiques (e. g., Bruce & Young, 1986 ; Nachson, 1995 ; Young, 1992, 1998 ; Young & Bruce, 1991). Le postulat de base est le suivant : si un patient présente un déficit spécifique dans une tâche donnée, consécutif à la lésion d'une région localisée du cerveau, cette région sera alors considérée comme impliquée dans la réalisation de cette tâche. Si, au contraire, la réalisation d'autres tâches est préservée chez ce patient, elles seront considérées comme étant prises en charge par d'autres régions cérébrales. L'observation de patients atteints pour une tâche A et préservés pour une tâche B alors que d'autres patients présentent le pattern inverse - atteinte pour la tâche B et préservation pour la tâche A - permet donc de conclure que les deux tâches sont prises en charge par des régions fonctionnelles et anatomiques distinctes (Caramazza, 1984, 1986, 1992 ; A. Ellis & Young, 1988, 1996 ; Shallice, 1988 ; R. McCarthy & Warrington, 1990). En d'autres termes, deux processus distincts et localisés dans des régions cérébrales différentes sont mis en oeuvre dans chacune des tâches. Ce type de double dissociation a très souvent été observé pour la reconnaissance de visage et le traitement de l'expression faciale émotionnelle.

### **I.2.1. Atteinte spécifique de la reconnaissance du visage**

L'atteinte de la capacité à reconnaître les visages familiers est un syndrome relativement rare, mais très étudié depuis que Bodamer (1947) l'a décrit et défini sous le terme de *prosopagnosie* (e. g., Benton, 1990 ; Bruyer, 1989 ; Bruyer et al., 1983 ; A. Damasio et al., 1990 ; De Renzi, 1997 ; Young, 1992). Ces patients présentent généralement des lésions bilatérales, ou parfois unilatérales droites, localisées dans le lobe temporal. Ils sont incapables de reconnaître une personne familière à partir de son visage. La reconnaissance est toujours possible à partir d'autres indices comme, par exemple, la voix. Par ailleurs, certains patients prosopagnosiques ne présentent pas d'agnosie visuelle pour les autres catégories comme les objets ou les mots, leur intellect est normal et leur capacité perceptive est assez souvent préservée.

Plusieurs de ces patients prosopagnosiques ne présentent pas de problèmes particuliers dans le traitement des expressions faciales émotionnelles (Bruyer et al., 1983 ; Ectoff & Magee, 1992 ; Hécaen & Angelergues, 1962 ; Humphreys et al., 1993 ; Parry, Young, Saul, & Moss, 1991 ; Schweich & Bruyer, 1993 ; Sergent & Signoret, 1991, 1992 ; Sergent & Villemure, 1989 ; Shuttleworth, Syring, & Allen, 1982 ; Tiberghien & Clerc, 1986 ; Tranel, A. Damasio, & H. Damasio, 1988). Par exemple, Tranel et al. (1988) et Sergent et Signoret (1991, 1992) ont chacun présenté à des patients prosopagnosiques des photographies exprimant les 6 émotions fondamentales décrites par Ekman et Friesen (1971). Trois sur quatre avaient des performances normales dans l'étude de Tranel et al. (1988) et un sur quatre dans l'étude de Sergent et Signoret (1991, 1992). Parry et al. (1991) ont fait une observation similaire en standardisant les deux types de tâches : la construction, le nombre de stimuli ainsi que le type de réponses (choix parmi deux éventualités) étaient les mêmes pour les deux tâches. Ils ont utilisé aussi une tâche d'appariement de visages inconnus. Cinq patients sur les quinze qu'ils ont étudié étaient atteints pour la reconnaissance des visages familiers (dont trois étaient aussi atteints pour l'appariement) mais pas pour l'expression. Un autre patient n'était atteint que pour l'appariement. Dans l'étude de Schweich et Bruyer (1993), 4 patients prosopagnosiques sur 9 n'avaient pas de problèmes pour distinguer des personnes exprimant la joie ou la tristesse ou qui prononcent la lettre "O". Par ailleurs, Ectoff et Magee (1992) ont décrit un patient prosopagnosique qui ne parvient pas à imaginer des visages familiers mais qui peut imaginer les expressions faciales émotionnelles.

Les mécanismes de traitement de l'expression faciale émotionnelle sont donc, apparemment, préservés pour beaucoup de patients qui présentent, par ailleurs, une prosopagnosie. La logique de la double dissociation nécessite cependant d'observer le pattern inverse, à savoir une atteinte des mécanismes de traitement de l'expression faciale émotionnelle chez des patients non prosopagnosiques.

### **1.2.2. Atteinte spécifique du traitement de l'expression faciale émotionnelle**

Il existe aussi plusieurs descriptions d'atteintes du traitement de l'expression faciale émotionnelle chez des patients qui ne sont pas prosopagnosiques. Les pathologies sont diverses, résultant de lésions diffuses ou localisées (Bowers & Heilman, 1984 ; Humphreys et al., 1993 ; Kurucz & Feldmar, 1979 ; Parry et al., 1991 ; Young, Aggleton, Hellawell, Johnson, Brooks, & Hanley, 1995 ; Young et al., 1996).

Kurucz, Feldmar, et Werner (1979), par exemple, ont étudié des patients désorientés qui souffrent d'un syndrome cérébral chronique de vieillissement (déments). Ces patients sont atteints dans la reconnaissance des émotions faciales si on les compare à des patients âgés présentant des désordres psychiatriques, non désorientés et non organiques, ainsi que par rapport à un groupe de participants contrôles sains. Kurucz et Feldmar (1979) ont testé la capacité d'un de ces patients à reconnaître les visages de présidents américains. Il apparaît atteint, mais ses troubles ne corrèlent pas avec les troubles touchant les émotions faciales. Dans le même sens, Mandal et Palchoudhury (1986) ont aussi observé une atteinte du traitement de l'expression sur des populations psychiatriques non prosopagnosiques.

Sur ce point, plusieurs recherches ont aussi suggéré que les patients schizophrènes ont un déficit dans la perception des expressions faciales émotionnelles (Cutting, 1981 ; Dougherty, Bartlett, & Izard, 1974 ; Feinberg, Rifkin, Schaffer, & Walker, 1986 ; Morrison, Bellack, & Mueser, 1988 ; Muzekari & Bates, 1977 ; Walker, McGuire, & Bettes, 1984 ; Walker, Marwit, & Emory, 1980). La question s'est posée de savoir si le déficit touche spécifiquement le traitement de cette information ou s'il est généralisé au traitement de toute information faciale. Même si des recherches préliminaires rapportaient un déficit plus important pour le traitement des informations émotionnelles (Novic, Luchins, & Perline, 1984 ; Walker et al., 1984), dans l'ensemble, les observations sont plutôt en faveur d'un déficit généralisé (Archer et al., 1992 ; Feinberg et al., 1986 ; Gessler, Cutting, Frith, & Weinman, 1989 ; Heimberg, Gur, Erwin, Shtasel, & Gur, 1992 ; Kerr & Neale, 1993 ; Morrison et al., 1988 ; Mueser et al., 1996 ; Salem et al., 1996 ; Spohn & Strauss, 1989). Cependant, il y a des différences inter-individuelles chez les patients schizophrènes (Archer et al., 1992, 1994). Sur les dix patients étudiés par Archer et al. (1994), trois sont atteints pour l'expression et non pour l'appariement de visages inconnus ou la reconnaissance de visages familiers. Dans la même étude, un déficit généralisé a été observé pour l'ensemble du groupe de schizophrènes lorsque le traitement portait sur des informations faciales statiques, mais non lorsqu'il portait sur des informations faciales dynamiques. Dans ce dernier cas, les schizophrènes ne parvenaient toujours pas à traiter l'expression faciale dynamique d'un visage, mais pouvaient reconnaître des visages familiers en mouvement<sup>20</sup>.

L'observation d'une atteinte du traitement de l'expression faciale émotionnelle chez des patients non prosopagnosiques a aussi été rapportée chez des patients qui présentent des lésions cérébrales localisées. Par exemple, sur les quinze patients testés par Parry et al. (1991), un patient est atteint pour l'expression mais pas pour la reconnaissance de visage, ni pour l'appariement. De même, Humphreys et al. (1993) ont décrit un patient présentant des lésions pariétales bilatérales qui éprouve des difficultés à reconnaître les expressions faciales statiques ou en mouvement (dans ce dernier cas, les mouvements correspondent aux déplacements de points lumineux). Il nomme cependant correctement des visages familiers et discrimine normalement des visages connus de visages inconnus. Il a aussi été rapporté que des lésions unilatérales du cortex temporal droit, insuffisante pour provoquer une prosopagnosie, peuvent entraîner une atteinte de la

---

<sup>20</sup> Notons que les mouvements n'étaient pas les mêmes pour les deux types d'informations. Pour l'expression, il s'agissait de mouvements des traits internes, alors que, pour la reconnaissance, les mouvements consistaient en la rotation de la tête.

reconnaissance des expressions faciales (Bowers & Heilman, 1984 ; Rapsak et al., 1989, 1993). Par ailleurs, Young et al. (1995, 1996) ont décrit une patiente qui a subi une amygdalotomie, suite à laquelle elle présente des troubles sévères de reconnaissance des expressions faciales émotionnelles. Par contre, ses performances sont normales lorsqu'il s'agit d'apparier des visages d'après leur identité, et ceci malgré des changements de pose, d'éclairage, ou le déguisement des visages. De même, elle n'a aucun problème pour décrire des visages familiers qu'on lui demande d'imaginer. Son seul problème concerne l'appariement d'identité quand l'expression change : elle perçoit deux personnes différentes lorsque la même personne exprime deux émotions différentes. Le déficit dans le traitement de l'expression faciale entraîne donc des confusions au niveau de l'identité.

La double dissociation entre processus de reconnaissance du visage et de traitement de l'expression faciale émotionnelle est ainsi mise en évidence à travers plusieurs études de cas. Dans la majorité des cas, néanmoins, l'atteinte touche les deux types d'information : un grand nombre de patients prosopagnosiques présente aussi une atteinte du traitement de l'expression faciale (e. g., Parry et al., 1991 ; Schweich & Bruyer, 1993 ; Sergent & Signoret, 1991, 1992 ; pour une remarque similaire, voire Sansone & Tiberghien, 1994). Par exemple, dans l'étude de Schweich et Bruyer (1993), seulement quatre des neuf prosopagnosiques testés sont totalement préservés pour la reconnaissance et l'appariement d'expressions. Cette observation ne remet pas fondamentalement en cause la dissociation du traitement des deux informations : les deux types d'informations étant traités dans des régions voisines, il est possible qu'une lésion touchant une de ces régions affecte aussi les régions mitoyennes (d'autant plus que l'étiologie de la prosopagnosie est souvent vasculaire, Tovée & Cohen-Tovée, 1993).

### **1.2.3. Faut-il se limiter aux études de cas ?**

La double dissociation se base sur l'étude individuelle de patients (étude de cas). Ceci contraste singulièrement avec les études sur le sujet sain qui s'intéressent à un groupe. Certaines recherches neuropsychologiques ont néanmoins considéré des échantillons d'individus issus d'une population plus ou moins bien définie. C'est le cas, par exemple, des études sur la schizophrénie. D'autres populations peuvent être aussi définies par le site de la lésion. Comme nous l'avons déjà vu, au début des années 80, de nombreuses recherches ont indiqué que l'hémisphère droit joue un rôle prépondérant à la fois dans la reconnaissance du visage et dans le traitement de l'expression faciale. Certaines portaient sur des groupes de patients présentant des lésions sur l'un ou l'autre des deux hémisphères. Certaines aussi s'intéressaient alors aux relations entre les déficits pour les deux types d'information (Bowers et al., 1985 ; Cicone et al., 1980 ; Dekosky et al., 1980 ; Strauss & Moscovitch, 1981). Les résultats et les conclusions sont très variables, voir contradictoires.

Dekosky et al. (1980) ont observé que des patients atteints à l'hémisphère droit présentent une atteinte plus importante que ceux lésés à l'hémisphère gauche pour, d'une part, apparier des expressions faciales et, d'autres part, apparier des identités faciales. Ils ont "égalisé" statistiquement les deux groupes hémisphériques sur leurs performances pour l'appariement d'identité. Toutes les différences entre les deux groupes ont alors

disparu, y compris celles concernant l'expression. Bien que cette dernière observation suggère une atteinte commune du traitement de l'identité et de l'expression, elle n'a pas été répliquée. Notamment, dans l'étude de Bowers et al. (1985), les patients lésés à l'hémisphère droit sont, eux aussi, plus atteints que ceux lésés à l'hémisphère gauche pour les deux types de tâches. Cependant, l'égalisation statistique des performances pour l'identité n'a pas fait disparaître la différence inter-hémisphérique pour certaines tâches portant sur l'expression. Notamment, l'atteinte persistait pour les tâches qui consistaient à appairer deux expressions exprimées par des personnes différentes, à nommer une expression simple ou à pointer une expression parmi quatre expressions de la même personne. Par contre, la différence inter-hémisphérique disparaissait lorsque la tâche consistait à appairer deux expressions exprimées par la même personne et à pointer une expression parmi quatre expressions de personnes différentes. Bowers et al. (1985) ont noté que le déficit sur l'expression persiste quand la tâche est de nature "associative", i.e. nécessite le traitement de l'émotion du visage en plus de ses caractéristiques physiques. La différence de résultats entre Dekosky et al. (1980) et Bowers et al. (1985) peut s'expliquer par des différences méthodologiques et des différences entre les populations de patients. Contrairement à Dekosky et al. (1980), Bowers et al. (1985) ont utilisé les mêmes visages pour les deux types de tests. Par contre, certains de leurs patients présentaient des lésions frontales ou temporales antérieures, alors que Dekosky et al. (1980) étudiaient des patients ne présentant que des lésions temporales et pariétales.

Bowers et al. (1985), suite à leurs observations, ont suggéré que le traitement de l'identité et de l'expression faciale sont dissociés. Selon eux, le jugement de l'expression émotionnelle nécessite une "étape additionnelle" aux traitements visuo-spatiaux nécessaires à l'appariement d'identité faciale. Cette conclusion est renforcée par l'observation d'une disparition de toute différence hémisphérique pour les tâches d'appariement d'identité si les performances sur l'expression sont statistiquement égalisées. Des résultats similaires ont été obtenus avec des sujets sains lors d'études tachistoscopiques avec présentation par héli-champs visuels (Ley & Bryden, 1979) : la supériorité du champ visuel gauche persiste pour l'expression lorsque les performances pour l'identité sont égalisées, mais elle disparaît pour l'identité lorsqu'on égalise les performances pour l'expression.

Dans les recherches que nous venons de décrire, aucune corrélation entre déficits pour les différentes tâches n'a été rapportée. Cette information est présente cependant dans trois études (Weddell, 1989 ; Braun et al., 1994 ; Salem et al., 1996). Weddell (1989), par exemple, a utilisé une tâche de reconnaissance d'identité et une tâche de reconnaissance d'expression qu'il présentait à des participants sains et à des patients présentant des lésions hémisphériques gauche ou droite. Il a observé une corrélation positive entre les déficits aux deux tâches pour les patients lésés à l'hémisphère droit, mais pas pour les participants sains et les patients atteints à l'hémisphère gauche. Braun et al. (1994) ont fait la même observation avec, d'une part, comme nous l'avons déjà vu, les participants contrôles et, d'autre part, avec des patients qui ont une lobectomie frontale ou temporale<sup>21</sup>. De plus, dans ces deux recherches, aucun patient n'est atteint à une tâche et préservé à l'autre. Braun et al. (1994) ont suggéré que les recherches qui

---

<sup>21</sup> Braun et al. (1994) n'ont pas distingué les patients opérés à gauche et à droite.

rapportent une dissociation portent sur des patients qui présentent des lésions plus postérieures. Le même type de corrélation entre des déficits pour l'expression et l'identité a été observé avec des patients schizophrènes (Salem et al., 1996).

La recherche d'Etcoff (1984), que nous avons déjà citée, bien que ne déterminant pas de corrélation, cadre bien avec les trois recherches décrites précédemment. Parallèlement à ses sujets sains, elle a aussi testé des patients présentant des lésions de l'hémisphère droit ou de l'hémisphère gauche. Elle a observé alors que les patients lésés à l'hémisphère gauche comme les participants sains peuvent être sélectivement attentifs à l'identité ou à l'expression. Elle en a donc conclu que les mécanismes sous-tendant le traitement de ces deux informations sont indépendants. Cependant, elle a aussi testé des patients présentant des lésions à l'hémisphère droit qui, eux, ne sont pas capables d'attention sélective : une interférence était présente dans la condition "orthogonale" pour les deux informations, et une interférence dans la condition "corrélée" pour classer selon l'identité. La capacité à être sélectivement attentif à l'identité et à l'expression apparaît donc dépendre de l'intégrité de structures cérébrales localisées dans l'hémisphère droit.

### **1.2.4. Que peut-on conclure des données neuropsychologiques et neuropsychiatriques ?**

Une quantité abondante de données neuropsychologiques obtenues à partir de l'étude de cas uniques va dans le sens d'une dissociation des mécanismes de reconnaissance des visages et des mécanismes de reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle. On peut néanmoins formuler quelques remarques méthodologiques et théoriques : (i) nécessité d'une méthodologie rigoureuse, essentiellement pour s'assurer que la demande des différentes tâches est équivalente ; (ii) prise en compte de la possibilité de stratégies de compensation ; (iii) prise en compte de la possibilité d'un traitement inconscient des informations du visage et (iv) plus généralement, prise en compte des problèmes posés par l'utilisation de données obtenues à partir de l'étude de cas neurologiques pour inférer le fonctionnement normal du système cognitif.

L'étude de patients neurologiques nécessite d'adopter une méthodologie rigoureuse adaptée à la complexité du fonctionnement cérébral (Sergent, 1984 ; Bruyer, 1989). Kosslyn et Van Kleek (1990), entre autres, ont noté que des déficits quantitatifs peuvent avoir des effets qualitatifs. En d'autres termes, la dissociation des performances n'implique pas nécessairement l'existence de deux mécanismes séparés, mais peut simplement refléter une différence de difficulté entre les deux tâches. Ainsi, pour Parry et al. (1991), "it is possible that some of the dissociation reported in the existing literature might actually reflect the effects of different tasks demands, rather than the existence of dissociable face processing pathways" (p. 549). Si l'on ne prend en compte que les études où les tâches sont standardisées au niveau de la demande (ce qui est le cas dans la recherche de Parry et al., 1991), cela limite fortement le nombre de dissociations observées. Par exemple, dans la recherche de Schweich et Bruyer (1993), les patients devaient distinguer des personnes prononçant la lettre "O" de personnes joyeuses et de personnes tristes. La tâche de reconnaissance nécessitait, quant à elle, l'expression d'un sentiment de familiarité, la récupération d'informations sémantiques et du nom. On peut même se demander s'il est possible d'égaliser la demande d'une tâche portant sur la

reconnaissance et celle d'une autre portant sur l'expression faciale. Plusieurs auteurs ont noté, en effet, une différence importante entre les deux types d'informations (e. g., A. Damasio et al., 1982 ; Sergent, 1989) : la reconnaissance du visage est spécifique, liée au contexte, alors que celle de l'expression est non spécifique et générique. En d'autres termes, il faut déterminer l'unicité d'un visage pour pouvoir le reconnaître, ce qui consiste à le distinguer de tous les autres exemplaires d'une catégorie où se trouvent de nombreux exemplaires. La reconnaissance de l'expression nécessite simplement de déterminer si la configuration faciale renvoie à telle ou telle émotion avec un nombre beaucoup plus limité de catégories possibles (de 6 à 10, voir Ekman, 1992).

Une deuxième remarque tient à la possibilité d'utiliser des stratégies compensatoires dans différents types de tâches qui portent sur le visage (e. g., Assal, 1969 ; Newcombe, 1979 ; Tzavaras, Hécaen, & Le Bras, 1970 ; Young & H. Ellis, 1989). Par exemple, Newcombe (1979) a observé que des patients prosopagnosiques utilisent une stratégie inhabituelle pour appairer deux visages sur leur identité. Ils prennent plus de temps, mais leurs performances sont normales pour dire si deux visages appartiennent ou non à la même personne. Par contre, les performances sont fortement détériorées lorsque les cheveux sont cachés (pour une observation du même type, voir Young & H. Ellis, 1989). Il apparaît donc nécessaire de vérifier que les sujets utilisent bien une stratégie habituelle pour réaliser la tâche. Ce contrôle est d'autant plus important pour les visages que ces derniers peuvent être traités de différentes manières. Comme nous l'avons vu au cours du premier chapitre, il est possible de reconnaître une personne par l'analyse configurale de la structure de son visage ou encore par une analyse componentielle et analytique des différents traits faciaux qui le constituent. Le premier type de stratégie est plus efficace et correspond à la stratégie habituelle. Cependant, la reconnaissance est quand même possible à partir d'une stratégie de type componentiel. C'est apparemment ce type de stratégie qu'utilise, notamment, le patient de Newcombe (1979). Il est aussi possible de réaliser des tâches portant sur l'expression faciale émotionnelle en utilisant une stratégie compensatoire de type componentiel. Par exemple, on peut verbaliser la tâche ; si cette dernière consiste à distinguer des expressions souriantes d'expressions tristes ou de personnes prononçant la lettre "O" (Schweich & Bruyer, 1993), il est possible de répondre que la personne sourit si les coins de la bouche sont orientés vers le haut, qu'elle est triste s'ils sont orientés vers le bas et qu'elle dit "O" lorsque la bouche est arrondie. Ce type de stratégie peut permettre d'atteindre des niveaux élevés de performance. La stratégie utilisée est rarement prise en considération dans les études de cas qui mettent en évidence des dissociations.

Une troisième remarque porte sur l'observation d'une reconnaissance inconsciente des visages familiaux chez plusieurs patients prosopagnosiques (e. g., Bauer, 1984, 1986 ; Bauer & Verfaellie, 1988 ; Bruyer et al., 1983 ; De Haan et al., 1987a, 1987b ; Renault et al., 1989). On considère, généralement, que ce type d'observation reflète un fonctionnement normal des mécanismes de reconnaissance des visages mais que l'accès à la conscience du résultat de ces opérations est bloqué. Comme l'ont remarqué Young et Bruce (1991), l'étude de patients prosopagnosiques doit donc prendre en compte cette observation et vérifier, notamment, que l'atteinte observée d'un processus de traitement d'une information ne reflète pas en fait l'atteinte de "l'étiquette" verbale associée à cette

information (voir aussi Bruyer, 1991). Cette vérification est importante pour les cas de dissociation entre la reconnaissance des visages et le traitement de l'expression faciale émotionnelle. Il est effectivement possible que les patients prosopagnosiques préservés pour le traitement de l'expression faciale présentent en fait une reconnaissance inconsciente des visages. C'est le cas, par exemple, pour le patient de Bruyer et al. (1983). On ne peut alors pas parler d'atteinte de la reconnaissance des visages *perse*, ce qui est problématique pour conclure à une dissociation de la reconnaissance et du traitement de l'expression faciale.

Il existe, par ailleurs dans la littérature, un débat concernant l'utilisation de données obtenues à partir de patients présentant des lésions cérébrales (Caramazza, 1984, 1986, 1992 ; Kosslyn & Intriligator, 1992 ; Kosslyn & Van Kleek, 1990 ; Sergent, 1984, 1991 ; Sergent & Signoret, 1992). Nous ne le détaillerons pas ici, mais nous en retiendrons quelques points. Tout d'abord, les postulats de fractionnement et de transparence posés par, notamment, Caramazza (1984, 1986) sont très controversés du fait de la grande plasticité et de la forte inter-connectivité du cerveau ; cela conduit certains auteurs à suggérer l'utilisation d'autres données empiriques - obtenues sur des participants non lésés - pour les confronter aux données neuropsychologiques (e. g., Kosslyn & Van Kleek, 1990 ; Kosslyn et Intriligator, 1992 ; voir la réponse de Caramazza, 1992). De plus, une région cérébrale peut intervenir lors d'un traitement sans que son implication soit nécessaire ou suffisante. Sa destruction n'atteint donc pas le traitement. Sergent et Signoret (1992) ont d'ailleurs écrit : "(The) studies of prosopagnosic patients may thus not provide an exhaustive picture of the neurofunctional anatomy of face recognition"(p. 57). On peut donc, en suivant le même raisonnement, remettre en question l'utilisation des données issues de patients prosopagnosiques pour répondre à la question de la modularité de la reconnaissance des visages et du traitement de l'expression faciale émotionnelle. Notamment, ce dernier processus pourrait intervenir dans la reconnaissance du visage, sans pour autant être nécessaire ou suffisant.

Finalement, la remarque qui, à nos yeux, est la plus importante est que l'observation d'une double dissociation, même si toutes les précautions expérimentales et théoriques sont prises, ne démontre pas que les deux processus sont modulaires et indépendants. En d'autres termes, de telles dissociations indiquent tout au plus que les deux processus sont pris en charge par des régions cérébrales distinctes et que l'intégrité fonctionnelle de l'un n'est pas un pré-requis au bon fonctionnement de l'autre. Par contre, les dissociations ne démontrent nullement que, dans le cadre d'un cerveau intact, les deux processus n'interagissent pas. Il est tout à fait concevable que des interactions existent, sans pour autant être nécessaires.

Ces critiques de l'étude de patients cérébro-lésés ne remettent pas en cause l'intérêt des descriptions de tels cas, bien au contraire. Elles ont seulement pour objet d'en montrer les limites et de déterminer quels sont les pièges à éviter. Il paraît prudent de ne pas baser de conclusions sur des données obtenues uniquement à partir de patients au cerveau lésé, mais de prendre en compte aussi les données comportementales, neuro-anatomiques et neurophysiologiques obtenues avec des sujets sains et, en un mot, de tenir compte de l'ensemble des données empiriques.



---

### I.3. Que nous raconte le singe ... à propos des visages ?

---

Les études physiologiques chez le singe ont indiqué qu'il existe des neurones visuels qui répondent sélectivement aux visages (e. g., Desimone, 1991 ; Gross et al., 1972 ; Perrett, Oram, Harries, Bevan, Hietanen, Benson, & Thomas, 1991). Certaines de ces "cellules faciales", et notamment celles enregistrées dans le cortex temporal inférieur (TI), semblent plus particulièrement coder l'identité faciale : l'amplitude de leurs réponses varie quand on leur présente les visages d'individus distincts (Baylis et al., 1985 ; Desimone et al., 1984 ; Hasselmo et al., 1989 ; Kendrick & Baldwin, 1987 ; Perrett et al., 1984a ; Yamane et al., 1988 ; M. Young & Yamane, 1992). Pour ce qui est de l'expression faciale émotionnelle, certaines cellules sont sensibles à des mouvements faciaux utilisés par les singes pour communiquer les émotions. Notamment, certaines répondent à l'ouverture de la bouche, au soulèvement des sourcils ou à divers mouvements des yeux et de la tête (Perrett et al., 1984a ; Perrett, Smith, Mistlin, Chitty, Head, Potter, Broennimann, Milner, & Jeeves, 1984b). D'autres répondent à l'expression statique : Perrett et al. (1984a) ont ainsi enregistré trois cellules qui répondaient à la bouche ouverte exprimant une menace. Une autre cellule répondait à la bouche ouverte exprimant un bâillement. Hasselmo et al. (1989) ont aussi enregistré huit cellules dont la réponse dépendait de l'expression, et ceci indépendamment de l'identité (ces cellules ont été testées avec les photographies de vingt et un individus différents). Six répondaient plus fortement aux visages calmes qu'aux visages menaçants alors que deux répondaient plus aux visages menaçants. Lors d'une autre étude, ils ont observé neuf cellules qui répondaient différemment selon que l'expression était calme, menaçante avec la bouche légèrement ouverte, ou menaçante avec la bouche totalement ouverte. Ces cellules sont généralement situées dans le sulcus temporal supérieur (STS), à proximité des cellules sensibles à la direction du regard et aux stimuli en mouvement (Baylis et al., 1987 ; C. Bruce et al., 1981 ; Perrett, Smith, Potter, Mistlin, Head, Milner, & Jeeves, 1985).

Il semble donc que, d'une part, il existe des cellules faciales spécifiquement sensibles soit à l'identité, soit à l'expression et, d'autre part, que ces deux types de cellules sont localisés dans des régions cérébrales distinctes. Hasselmo et al. (1989) ont directement étudié cette hypothèse. Ils ont présenté les visages de trois individus (trois singes) avec trois expressions différentes (calme, menaçant avec la bouche légèrement ouverte, et menaçant avec la bouche totalement ouverte). Ils ont enregistré les réponses de quarante-cinq cellules faciales pour chacune de ces neuf vues dans le lobe temporal de deux singes (vingt-cinq cellules pour le premier et vingt cellules pour le second). Sur ces quarante-cinq cellules, neuf (20%) répondaient différemment selon l'expression indépendamment de l'identité, quinze (33,3%) répondaient différemment selon l'identité indépendamment de l'expression et seulement 3 (6,7%) répondaient aux deux types d'information. Par ailleurs, la distribution des valeurs F dans un espace à deux dimensions (pour une cellule donnée, valeur de F pour l'expression et valeur de F pour l'identité) indiquait que la haute sensibilité à une dimension tendait à être associée à une faible sensibilité à l'autre. Les cellules sensibles à l'expression sont localisées dans STS (9/9) alors que celles sensibles à l'identité sont généralement localisées dans TI (7/15, mais deux sont localisées dans le sulcus temporal supérieur). Les cellules enregistrées dans

l'aire TEm (à la jonction de STS et de TI) montraient plutôt une réponse aux deux dimensions.

En fait, dans l'étude de Hasselmo et al. (1989), sept neurones présentaient une interaction significative, dont deux faisant partie des trois neurones qui répondaient aux deux dimensions. Il y avait donc en tout huit neurones dont la réponse dépendait des deux dimensions, soit 17,8% de l'échantillon enregistré. Le fait que l'interaction soit significative indique que la réponse à une dimension dépend des modalités de l'autre dimension. Donc, même si cette recherche montre qu'il existe des neurones cérébraux spécifiques à chacune des deux informations, elle indique aussi qu'il existe d'autres neurones sensibles soit aux deux informations, soit à l'une mais en interaction avec l'autre. De plus, ces derniers sont en proportion similaire aux neurones répondant spécifiquement à l'expression faciale et sont localisés, généralement, à l'interface entre STS et TI.

Ainsi, l'enregistrement cellulaire chez le singe apporte des données qui sont présentées en faveur de l'existence de "régions" cérébrales distinctes impliquées dans le traitement de l'identité et de l'expression. Les guillemets sont toutefois nécessaires car, en réalité, ces cellules ont été enregistrées au sein de populations neuronales qui répondent à d'autres types de stimulations visuelles. De plus, comme nous venons de le voir, la frontière entre les deux régions n'est pas clairement définie : certaines cellules spécifiques à une information sont enregistrées dans une région qui, "normalement", contient les cellules spécifiques à l'autre. De plus, certaines cellules de la frontière répondent aux deux informations, ce qui suggèrent qu'il n'y ait pas de limite nette entre ces régions, mais plutôt une sorte de continuum. Finalement, le codage de l'identité par des cellules faciales est supposé se faire à partir de l'activité d'une population de neurones plutôt qu'au sein d'un seul neurone (e. g., Gross, 1992). En d'autres termes, il n'existerait pas de cellules "grand-mère" ou gnostiques, comme le proposait Konorsky (1967), mais des populations de neurones dont l'activité conjointe permettrait un codage des différents visages. Ceci suppose une forte interconnexion entre les différentes cellules faciales et on peut alors se demander qu'elle est le rôle des cellules faciales répondant aux autres caractéristiques faciales (e. g., expression faciale, direction de l'attention). D'autant que STS et TI sont fortement interconnectés.

### **I.4. L'imagerie cérébrale ... à la rescousse ?**

---

Si l'on compare les observations neuropsychologiques ou les images cérébrales associées à la reconnaissance des visages et au traitement de l'expression faciale émotionnelle, on s'aperçoit que, bien souvent, des structures cérébrales distinctes semblent sous-tendre le traitement de ces deux types d'information. La reconnaissance du visage est généralement altérée quand des lésions concernent le cortex temporal inférieur (e. g., A. Damasio et al., 1982 ; Meadows, 1974). L'imagerie cérébrale de participants sains a confirmé et précisé cette localisation ; le gyrus fusiforme est apparemment spécifiquement activé par le visage et plus particulièrement par son identité. Le traitement de l'expression faciale émotionnelle implique une région temporale plus latérale, le sulcus temporal supérieur, ainsi que l'amygdale, l'insula et le système

limbique (pour une revue, voir Haxby et al., 2000).

Plusieurs études se sont intéressées conjointement aux bases neuronales des deux types d'information (Dolan et al., 1996 ; Fried et al., 1982 ; Sergent, Shinsuke, MacDonald, & Zuck, 1994). Elles ont d'abord indiqué une implication de régions cérébrales distinctes dans la reconnaissance des visages et le traitement de l'expression faciale (Fried et al., 1982 ; Sergent et al., 1994). Par exemple, la stimulation électrique de certaines régions cérébrales chez des patients épileptiques peut altérer la reconnaissance des visages ou celle des expressions, mais ces régions sont distinctes et ne se recouvrent pas (Fried et al., 1982). Lors d'une étude utilisant le PET-scan, Sergent et al. (1994) ont observé que des aires cérébrales distinctes participent au traitement de l'identité et au traitement de l'expression faciale. Dans une tâche impliquant la reconnaissance du visage, ils ont observé une activation du gyrus lingual droit (aire 18), du gyrus fusiforme droit (aire 37) et du gyrus para-hippocampique droit (aire 36). Lorsque la tâche impliquait le traitement de l'expression faciale, l'activation concernait le gyrus occipital moyen droit (aire 19) et le gyrus cingulaire droit et gauche (aire 23). Notons que ces deux tâches ont été comparées à une tâche de discrimination de sinusôïdes horizontales et verticales.

Les données obtenues à partir des études d'imagerie cérébrale ne vont cependant pas toujours dans le sens d'une stricte modularité ou indépendance des deux processus. Sergent et al. (1994), par exemple, ont fait la remarque que la stricte modularité des deux processus implique que si l'on soustrait l'activation d'un processus à celle de l'autre processus, l'image résultante devrait montrer les régions activées dans les deux processus. Ce n'est pas ce qu'ils ont observé. Lorsqu'ils soustrayaient l'activation pour l'expression de celle pour l'identité, l'activation du gyrus lingual droit disparaissait. De même, soustraire l'activation pour l'identité de celle pour l'expression entraînait la disparition de l'activation du gyrus occipital moyen droit. Sergent et al. (1994) ont donc suggéré que ces deux régions sont impliquées dans le traitement des deux informations, mais à des degrés divers. De ce fait, leur activation ne serait pas suffisante pour apparaître dans la tâche où elles sont le moins impliquées, mais elle serait suffisante pour faire disparaître l'activation résultant de l'autre tâche.

Dolan et al. (1996) ont quant à eux manipulé l'expression du visage lors d'une tâche d'appariement d'identité faciale. Les sujets devaient retenir en mémoire un visage pendant 45 secondes - intervalle pendant lequel l'évolution du flux sanguin cérébral est enregistrée - puis ils devaient le reconnaître parmi deux visages ayant une pose différente. Le visage maintenu en mémoire pouvait être souriant ou neutre. En considérant ensemble les conditions neutres et souriantes, ils ont observé une activation des gyri frontaux inférieurs droit et gauche (A47), du gyrus cingulaire antérieur gauche (A32) et du gyrus fusiforme droit (A20). Lorsqu'ils ont étudié l'activation des visages souriants par rapport à la condition contrôle, ils ont observé exactement le même pattern d'activation. Par contre, les visages neutres comparés à la condition contrôle ne donnaient lieu à une activation significative que dans le lobule pariétal inférieur gauche (A40). De plus, la comparaison des visages souriants et des visages neutres a révélé que l'activation des premiers est plus importante dans le gyrus frontal inférieur gauche (A47), dans le cortex cingulaire antérieur gauche (A32) et, surtout, dans le gyrus fusiforme droit

(A20). Une nouvelle zone d'activation apparaissait aussi dans le thalamus. Dolan et al. (1996) en ont conclu : "the virtually identical pattern of neuronal response in the combined faces condition compared to that of the emotional faces condition alone implies that emotional salience is an important determinant of the magnitude of the associated neuronal responses" (p. 196). Leurs résultats suggèrent une implication des régions décrites plus haut dans d'autres processus que le traitement de l'identité *perse*. Une hypothèse plausible consiste à considérer que le sourire est un signal attentionnel. L'observation de l'activation du cortex cingulaire est favorable à cette hypothèse et peut expliquer l'absence d'activation des régions fusiforme et cingulaire dans la condition non émotionnelle. Ces auteurs ont conclu que leurs résultats démontrent que les systèmes neuronaux traitant l'identité et l'expression faciale sont séparés, mais avec des recouvrements. Les régions se recouvrant sont dans le gyrus fusiforme droit alors que les régions séparées impliquent le cortex pré-frontal ventral.

## II. Reconnaissance du visage et catégorisation du genre

Comme nous l'avons vu au début de ce chapitre, la relation entre le processus de catégorisation du genre et le processus de reconnaissance du visage a suscité des modèles contradictoires. Bruce et Young (1986) considèrent que les deux processus sont parallèles et indépendants. Avant eux, Hay et Young (1982) avaient proposé qu'ils opèrent dans des sous-systèmes distincts, tout en proposant une connexion avec les URVs, suggérant ainsi que la catégorisation ou tout autre traitement visuel réalisé sur le visage puisse influencer l'activation de ces unités. H. Ellis (1986) a proposé une conception bien différente : selon lui, la reconnaissance d'un visage implique des processus de catégorisation de plus en plus fins, débutant avec la simple décision que le stimulus est un visage et s'achevant par la décision que ce visage est celui de telle ou telle personne. Avant d'arriver à ce stade ultime d'identification, des catégorisations de complexité intermédiaire sont réalisées et, en particulier, la catégorisation du genre.

La relation entre la catégorisation du genre et la reconnaissance du visage est une question particulièrement ardue. Pour l'expression et l'identité, il est clair que ces deux informations doivent être dissociées pour être spécifiquement traitées de façon correcte. Ce n'est pas aussi évident pour le genre et l'identité. La "logique" voudrait que ces deux dernières informations soient particulièrement liées puisqu'elles ne sont quasiment jamais dissociées dans notre environnement : une personne donnée est d'un genre donné ... et n'en change que très rarement. On comprendrait mal pourquoi le système cognitif écarterait une information qui peut l'aider à identifier la personne. On le comprendrait d'autant moins que la catégorisation du genre est un processus plus rapide que l'identification (Bruyer et al., 1993 ; Sergent, 1986a). Par exemple, Sergent (1986a) a rapporté que le genre de visages familiers est catégorisé plus rapidement (490 ms en vision centrale) que la profession n'est retrouvée (577 ms) ou que la personne n'est dénommée (696 ms). L'accès au genre demande donc, en moyenne, 87 ms de moins que

l'accès aux informations sémantiques et 119 ms de moins que la dénomination en vision centrale. Le genre a donc la possibilité temporelle d'influencer ces deux derniers processus. Nous allons cependant voir que la tendance actuelle considère les deux processus comme parallèles et indépendants.

### **II.1. Données comportementales obtenues sur des participants sains**

---

Comme pour l'expression et la reconnaissance, l'indépendance de la catégorisation du genre et de la reconnaissance du visage implique qu'aucune influence réciproque ne soit observable. Les auteurs des deux modèles contradictoires proposées en 1986 (H. Ellis et Bruce et Young) ont mené ensemble une étude afin de départager leurs positions (Bruce et al., 1987). Le postulat de départ était le suivant : si la catégorisation du genre est un préalable à la reconnaissance du visage, les visages dont le genre est peu marqué devraient être reconnus plus lentement. Pour tester cette hypothèse, ils ont demandé à leurs participants de réaliser trois types de tâches : la première consistait à évaluer la masculinité de visages masculins ; la deuxième consistait à décider le plus rapidement possible si ces visages étaient des hommes ou des femmes ; finalement, la troisième tâche consistait à décider le plus rapidement possible si ces visages étaient familiers ou non. Bruce et al. (1987) ont observé que la catégorisation du genre est d'autant plus rapide que le visage est masculin. Par contre, la rapidité des décisions de familiarité n'est pas liée à la masculinité des visages. Les auteurs ont donc conclu que les deux processus sont indépendants. Cette dernière hypothèse est renforcée par l'observation d'une saillance différente des différents traits du visage dans les deux types de tâches. Roberts et Bruce (1988), notamment, ont rapporté que dissimuler les yeux gêne les décisions de familiarité alors que dissimuler la bouche ou le nez n'a pas d'effet. Lorsque la tâche porte sur le genre, l'occultation des trois traits est perturbatrice, mais la gêne la plus importante s'observe quand le nez n'est pas visible.

Plusieurs remarques peuvent être faites à propos des données de Bruce et al. (1987) et de Roberts et Bruce (1988). Tout d'abord, l'observation d'une saillance différente des traits du visage pour chaque type d'information ne prouve pas que les processus sont indépendants. Les traits ne sont pas les informations faciales les plus importantes pour déterminer le genre comme pour accéder à la familiarité. Dans les deux cas, les informations configurales et de surface sont prépondérantes. Il y a donc un point commun entre les deux processus. Par ailleurs, le fait que deux processus utilisent des sources d'informations différentes ne veut pas dire qu'ils n'interagissent pas. De plus, les données de Bruce et al. (1987) indiquent, tout au plus, que les deux processus ne sont pas organisés de manière sérielle ou, autrement dit, que la catégorisation du genre n'est pas un préalable indispensable à la reconnaissance du visage. Il n'en reste pas moins que ces résultats ne démontrent pas que la catégorisation du genre n'intervient jamais dans la reconnaissance. On peut effectivement imaginer que le premier processus exerce une influence sur le second, sans pour autant être indispensable à son bon fonctionnement ni en déterminer le déroulement temporel. C'est du moins ce que suggère la connexion proposée par Hay et Young (1982). Dans la même veine, Baudouin et Tiberghien (1999, 2000) ont rapporté que le genre des visages influence la rapidité avec laquelle un visage distracteur

est correctement rejeté. Dans leur étude, les participants devaient rechercher le visage d'une célébrité parmi des visages distracteurs présentés l'un après l'autre. Les auteurs ont observé qu'un distracteur est plus rapidement rejeté s'il n'a pas le même genre que la personne recherchée. Lors d'une autre expérience, les participants étaient familiarisés avec un visage composite correspondant au mélange par morphing d'un visage féminin et d'un visage masculin. Ce visage composite ressemblait soit à une femme, soit à un homme, mais il présentait la particularité d'être à la même distance euclidienne des deux visages ayant servi à le construire. Or, lorsque les participants recherchaient ce visage composite parmi des visages distracteurs où étaient inclus les deux visages d'origine, ils rejetaient plus rapidement celui qui n'était pas du même genre que lui, y compris parmi les deux visages à égale distance (i.e., visages d'origine). Baudouin et Tiberghien (1999, 2000) ont alors proposé que la catégorisation préalable du genre favorise le rejet d'un distracteur lorsque le genre de ce dernier n'est pas congruent avec le genre de la personne recherchée. Cette influence est la conséquence d'une organisation en cascade des processus de catégorisation du genre et de reconnaissance du visage.

Comme nous l'avons déjà souligné, l'indépendance entre deux processus implique de n'observer entre eux aucune influence réciproque. Or, l'absence d'effet de la familiarité d'un visage sur la catégorisation du genre est loin d'être établie, bien au contraire. A notre connaissance, seules deux recherches ont testé cette possibilité. Bruce (1986) a demandé à ses participants de dire le plus rapidement possible si des visages familiers et inconnus étaient des femmes ou des hommes. Elle a observé que la familiarité favorise la catégorisation du genre, principalement lorsque le genre du visage familier est ambigu. Dans ce dernier cas, les participants qui connaissaient la personne faisaient moins d'erreurs sur son genre. Dans la recherche de Dubois et al. (1999), le genre - même en cas d'ambiguïté - était plus rapidement catégorisé quand les participants étaient préalablement familiarisés avec les visages.

## II.2. Peut-on conclure à une double dissociation du genre et de la reconnaissance ?

---

De nombreux patients prosopagnosiques parviennent toujours à déterminer le genre d'un visage avec une précision correcte (e. g., Bruyer et al., 1983 ; Mattson, Levin, & Grafman, 2000 ; Tranel et al., 1988 ; Schweich & Bruyer, 1993). Il apparaît donc que la capacité de reconnaissance d'un visage familier puisse être atteinte sans pour autant que la catégorisation du genre le soit. Néanmoins, comme l'ont souligné Brédart et Bruyer (1994), la dissociation inverse a très rarement été rapportée. En fait, un cas, seulement, a été rapporté par Humphreys et al. (1993). Ce patient, G. K., arrive à peu près normalement à dénommer des visages célèbres et à les distinguer de visages inconnus. Il n'est donc pas prosopagnosique. Par contre, il a des performances inférieures aux participants contrôles dans une tâche de catégorisation du genre. Sa performance est pourtant significativement différente du hasard dans cette dernière tâche<sup>22</sup>.

La double dissociation entre catégorisation du genre et reconnaissance du visage est

---

<sup>22</sup> La différence entre sa performance et le hasard est la même que la différence entre sa performance et celle des contrôles.

donc bien moins nettement établie que celle entre le traitement de l'expression faciale émotionnelle et la reconnaissance. Même si de nombreux cas indiquent que l'atteinte de la reconnaissance ne s'accompagne pas forcément d'une atteinte de la catégorisation du genre, la double dissociation - qui implique l'observation du pattern d'atteinte inverse - ne repose que sur un seul cas. De plus, ce patient n'est pas totalement atteint pour catégoriser le genre, mais il le fait moins bien que des participants contrôles. Par ailleurs, nous rappellerons que, même si la double dissociation était clairement établie, elle prouverait tout au plus que des régions cérébrales distinctes sont impliquées dans les deux processus et que l'intégrité de l'un d'eux n'est pas un pré-requis au bon fonctionnement de l'autre. Par contre, elle n'indiquerait nullement qu'ils n'interagissent pas en l'absence d'atteinte cérébrale.

### II.3. Images cérébrales de la reconnaissance des visages et du genre

---

Peu d'études se sont intéressées aux bases neuronales du traitement du genre en relation avec la reconnaissance du visage. Trois études, à notre connaissance, l'ont fait en utilisant le PET scan (Dubois et al., 1999 ; Kapur et al., 1995 ; Sergent et al., 1992).

Sergent et al. (1992) ont rapporté que, lors d'une tâche de catégorisation du genre de visages inconnus, la surface ventrale du cortex occipito-temporal droit est activée. Lorsque la tâche nécessite l'identification de visages célèbres, l'activation concerne une région ventro-temporale plus antérieure comprenant le gyrus parahippocampique droit. Dubois et al. (1999) utilisaient trois tâches : la catégorisation du genre de visages inconnus, la catégorisation du genre de visages familiarisés et la reconnaissance de visages familiarisés. Ils ont observé pour les trois tâches une activation du gyrus fusiforme bilatéral. De plus, quand ils ont comparé la catégorisation du genre pour les visages inconnus et les visages familiarisés, ils ont observé que le gyrus occipital médian, le sulcus calcarine droit et l'amygdale gauche sont plus actifs pour les visages inconnus que pour les visages familiarisés. Dubois et al. (1999) ont suggéré que l'activation de l'amygdale résulte d'un danger potentiel des visages inconnus<sup>23</sup>. La baisse d'activation dans les régions précoces pour les visages familiers résulterait d'un moindre investissement attentionnel ou cognitif. Ils ont conclu que la catégorisation du genre et la reconnaissance des visages ne sont pas deux processus indépendants. Selon eux, des processus différents sont mis en oeuvre pour les visages familiers et les visages non familiers lors de la catégorisation du genre.

## III. Conclusions

Il apparaît donc que l'indépendance entre les différents processus de traitement de l'information faciale, si ardemment défendue dans la littérature actuelle par certains

---

<sup>23</sup> Notons que ces auteurs ont souligné, ici encore, une implication possible de la dimension émotionnelle du visage dans le pattern d'activation lors de tâches n'impliquant aucun traitement émotionnel.

auteurs, n'est pas établie avec certitude. Nous avons insisté sur quelques problèmes méthodologiques et théoriques, corroborés par un certain nombre d'études qui suggèrent d'éventuelles interactions. Nous nous sommes volontairement limités aux interactions entre la reconnaissance du visage et deux types d'informations : l'une n'est pas nécessaire à l'identification - l'expression faciale émotionnelle - alors que l'autre - le genre - est une caractéristique identitaire et peut aider à la reconnaissance de la personne. Nous avons vu que, même s'il paraît établi que la reconnaissance, le traitement de l'expression faciale émotionnelle et la catégorisation du genre sont des processus distincts, pris en charge par des régions cérébrales différentes, des interactions entre ces processus existent très probablement.

Si l'on résume les données qui portent sur la reconnaissance du visage et le traitement de son expression faciale émotionnelle, on s'aperçoit qu'il est possible d'accomplir des tâches sur l'expression faciale ou sur l'identité et la familiarité sans prendre en compte les variations de l'autre dimension et que des régions distinctes sont impliquées dans le traitement de chacune. Mais, on observe aussi que chaque processus peut, sous certaines conditions, influencer le traitement de l'autre et qu'il n'est pas possible de porter son attention sélectivement sur l'expression faciale émotionnelle sans interférence de l'identité. De plus, les performances pour les deux tâches tendent à corrélérer chez certains patients, voir chez les sujets sains et l'atteinte d'un processus peut provoquer des troubles de l'autre processus. Finalement, il existe une relative superposition des structures cérébrales impliquées dans les opérations sous-tendant l'extraction des deux types d'informations et l'activité des régions impliquées dans l'identité est renforcée par la présence d'information émotionnelle.

De même, pour les données portant sur les relations entre catégorisation du genre et reconnaissance du visage, on constate que la reconnaissance d'un visage d'homme ne dépend pas de sa masculinité, des caractéristiques faciales différentes peuvent être utilisées pour extraire les deux types d'information et des régions cérébrales distinctes semblent impliquées dans les deux processus. Cependant, on remarque aussi que le genre d'un visage accélère son rejet quand il n'est pas le même que celui d'une personne que l'on recherche et la familiarité d'un visage peut favoriser la catégorisation de son genre. Finalement, l'activité cérébrale lors de la catégorisation du genre est modulée par la familiarité du visage.

A la lecture des arguments que nous venons de présenter, il nous semble établi que l'hypothèse d'interaction entre les différents processus de traitement de l'information faciale est une hypothèse de travail plausible. Nous l'avons donc adoptée et les recherches qui vont suivre sont destinées à la tester. L'objectif des expériences qui vont être relatées dans la suite de ce travail est donc d'étudier les points communs et les interactions entre ces trois processus. Dans un premier temps, nous déterminerons parmi les différentes caractéristiques des visages (i.e., yeux, nez, bouche, informations configurales et informations de surface) celles qui permettent le mieux de traiter chaque information (Chapitre 4). Dans un deuxième temps, nous déterminerons les canaux de fréquence spatiale du système visuel utilisés pour chaque information (Chapitre 5). Nous verrons au cours de ces deux chapitres qu'il existe des points communs et des recouvrements entre les trois informations. Dans un troisième temps, nous tenterons de



---

déterminer si l'expression faciale émotionnelle et le genre sont de nature à influencer la reconnaissance du visage (Chapitre 6). Dans un quatrième temps, nous nous intéresserons aux effets possibles de la reconnaissance du visage sur le traitement de son expression faciale émotionnelle (Chapitre 7). Finalement, nous présenterons une étude où la capacité à extraire sélectivement l'expression faciale émotionnelle et l'identité a été explorée chez des patients schizophrènes (Chapitre 8). En conclusion, nous proposerons une hypothèse alternative de l'architecture des processus de traitement de (toute) l'information faciale.



## Chapitre 4 : Caractéristiques du visage et traitement de l'information faciale

Le visage est constitué d'un ensemble de traits qui peuvent prendre des formes ou des couleurs variées. Nous avons vu, au cours des deux premiers chapitres, que différents traits peuvent jouer un rôle plus ou moins important dans le traitement des différentes informations faciales. Par exemple, les yeux semblent jouer un rôle critique dans le traitement de l'identité, alors que le nez intervient dans la catégorisation du genre (e. g., Robert & Bruce, 1988). De plus, la configuration des différents traits joue apparemment un rôle décisif dans la reconnaissance du visage. Par ailleurs, l'inversion du contraste de l'image, qui gêne le traitement des informations de surface, perturbe aussi fortement la catégorisation du genre ou la reconnaissance du visage. Dans l'expérience qui va suivre, nous allons étudier l'importance de ces caractéristiques faciales dans le traitement de trois types d'informations faciales : le genre, l'expression faciale émotionnelle et l'identité. Trois traits seront dissimulés : les yeux, le nez et la bouche. Le traitement des informations de surface sera perturbé en inversant le contraste de l'image, celui des informations configurales en renversant le visage dans le plan fronto-parallèle. L'objectif est de mettre en évidence les similitudes et les différences dans le traitement de chacune de ces trois informations faciales. Un matériel identique et un protocole similaire ont été utilisés pour les trois informations afin d'en faciliter la comparaison.

# I. Le rôle des traits, de la configuration et des informations de surface dans le traitement de l'information faciale (Expérience 1)

## I.1. Méthode

---

### I.1.1. Participants : ...

il s'agissait de 12 personnes (3 femmes et 9 hommes), étudiants ou post-doctorants à l'Institut des Sciences Cognitives. Leur âge moyen était de 25,3 ans (21 à 35 ans). Tous avaient une vue normale ou corrigée.

### I.1.2. Matériel :...

il est constitué des visages de 24 personnes (12 femmes et 12 hommes) âgées de 19 à 31 ans (moyenne : 24 ans). Aucune d'entre elles n'a de signes distinctifs particuliers (lunettes, barbe ou moustaches, cicatrices, etc.). La moitié fait partie du personnel de l'Institut des Sciences cognitives (chercheurs ou étudiants). L'autre moitié est constituée de personnes extérieures à cet Institut et y sont ainsi inconnues. Pour chaque personne, nous disposons de 7 photographies. Sur 2 d'entre elles, l'expression est neutre. Sur les 5 autres, la personne simule une des émotions fondamentales décrites par Ekman et Friesen (1971) ; la joie, la tristesse, la colère, le dégoût et la peur.

Les 24 personnes sélectionnées font partie d'une base constituée de 107 personnes, chacune ayant été photographiée 16 fois. Elles devaient simuler, à deux reprises, 8 expressions (neutre, joie, tristesse, colère, dégoût, peur, surprise, mépris). Pour les aider, il leur était demandé d'imaginer une situation censée induire une émotion (par exemple, pour la peur, "imaginer un gros chien qui court vers soi") et le photographe mimait l'expression en question en indiquant à la personne les mouvements faciaux correspondants. Les photographies des 107 personnes ont ensuite été réparties en 4 groupes. Chaque groupe a été évalué par 11 participants lors d'un pré-test de l'expression faciale émotionnelle : les photographies étaient présentées l'une après l'autre et les sujets devaient, pour chacune d'elles, cliquer à l'aide de la souris d'ordinateur sur une case parmi 7. Sur 5 des cases étaient inscrites le nom d'une émotion (joie, tristesse, colère, peur, dégoût), la sixième et la septième case renvoyant respectivement aux catégories "neutre" et "autre". Le participant devait choisir, pour chaque photographie, la case correspondant, selon lui, à l'émotion de la personne, sans contrainte temporelle et en utilisant la catégorie "autre" en cas de doute. Toutes les photographies ont été standardisées de sorte que les visages ont tous la même hauteur (12,5 cm) et toutes les photographies d'une même personne ont la même luminosité moyenne. Toute information autre que le visage a été supprimée en rendant le fond uniforme et blanc et en éliminant

les informations sur le haut du corps.

Les critères de sélection d'une personne pour l'expérience sont les suivants : (i) la personne doit avoir produit les 6 émotions, (ii) avec au moins 36% des sujets contrôles attestant que l'expression renvoie bien à l'émotion voulue et (iii) au plus 27% des sujets contrôles qui ont choisi une autre émotion<sup>24</sup>. Les pourcentages moyens de l'émotion choisie lors de ce pré-test sont présentés dans le Tableau 1 en distinguant les personnes connues des personnes inconnues.

Tableau 1 : Pourcentage moyen de choix de l'expression émotionnelle selon la familiarité.

Emotion :	Joie	Tristesse	Colère	Dégoût	Peur	Neutre
Personnes connues :	87,3	69,7	72,4	75,8	80,8	81,3
Personnes inconnues :	91,8	67,6	76,5	70,3	84,3	84,3
<b>Moyenne :</b>	<b>89,5</b>	<b>68,7</b>	<b>74,5</b>	<b>73,1</b>	<b>82,5</b>	<b>82,8</b>

Une analyse de variance par items (2 x 6) a été réalisée pour vérifier qu'il n'existe pas de différences significatives entre les personnes connues et inconnues. Elle comporte deux facteurs, la familiarité (connu vs. inconnu) et l'expression faciale émotionnelle (joie vs. tristesse vs. colère vs. dégoût vs. peur vs. neutre). La familiarité est un facteur inter-items, l'expression faciale émotionnelle est un facteur intra-items. La familiarité n'a pas d'effet significatif ( $F(1, 22) = .16$ ) et n'interagit pas avec l'émotion ( $F(5, 110) = .37$ ). Par contre, l'émotion a un effet significatif ( $F(5, 110) = 5.34, p < .001$ ). La joie est mieux reconnue que la tristesse, le dégoût et la colère (plus petite différence :  $F(1, 22) = 13.83, p < .01$ ). La neutralité et la peur sont mieux reconnues que la tristesse (plus petite différence :  $F(1, 22) = 6.00, p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative.

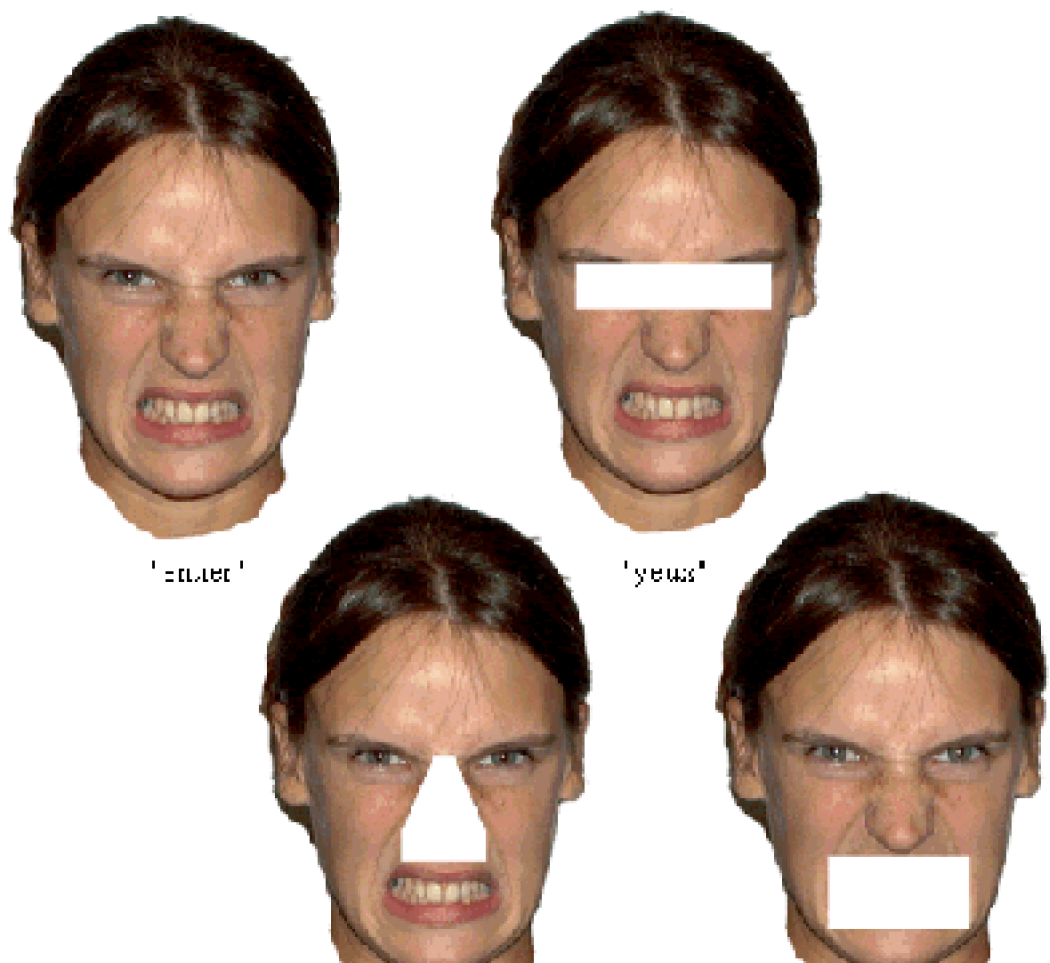
Chaque photographie a subi 5 manipulations (voir Figure 8) : (i) les yeux, (ii) le nez ou (iii) la bouche sont dissimulés par des formes géométriques, (iv) le contraste est inversé (image en négatif) ou (v) le visage est renversé. Lorsqu'un trait est dissimulé par une forme géométrique, cette dernière a exactement la même taille et la même forme pour toutes les photographies.

### I.1.3. Procédure : ....

les participants étaient assis face à l'écran à une distance d'environ 60 cm, l'index de chaque main posé sur une touche de réponse. Les visages des 24 personnes étaient présentés dans un ordre aléatoire à un même participant avec toutes les expressions

<sup>24</sup> Sont préférées les photographies pour lesquelles les réponses ne correspondant pas à l'émotion voulue se concentrent dans la catégorie "autre". Ce critère peut paraître laxiste, mais il résulte de la grande difficulté à exprimer toutes les émotions avec une très grande précision. Par ailleurs, les participants à la tâche d'évaluation de ces expressions étaient incités à utiliser la touche "autre" au moindre doute, ce qu'ils ont largement fait. Notons néanmoins que 36% des choix est une proportion significativement supérieure au hasard ( $\chi^2 = 4.37, p < .05$ ) et que les photographies ayant une telle proportion ne représentent qu'une petite partie des visages utilisés (moins de 3% des visages dans l'expérience).

possibles. Par contre, pour un participant donné, une personne était toujours vue avec la même manipulation pour toutes les expressions faciales émotionnelles et dans toutes les tâches (genre, expression, identité). Par exemple, le premier participant voyait la première femme connue entière, la deuxième avec les yeux dissimulés, la troisième avec la bouche dissimulée, etc. Cette manipulation permet d'éviter les effets d'amorçage d'une manipulation à l'autre. L'association entre un visage et une manipulation était contrebalancée sur l'ensemble des participants.



*Figure 8 : Exemple des manipulations opérées sur les visages.*

L'expérience comprenait trois sessions séparées d'au moins une semaine (moyenne : 11,67 jours). Chaque session portait sur une seule tâche : catégorisation du genre, reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle et appariement d'identité. Tous les sujets participaient à ces trois sessions dans cet ordre.

*Catégorisation du genre* : chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation pendant 500 ms suivi, après un écran blanc de 500 ms, d'un visage qui restait à

l'écran jusqu'à la réponse du participant. Ce dernier devait décider, le plus rapidement possible, si le visage présenté était celui d'une femme ou d'un homme en appuyant sur une des deux clés de réponse. Chaque participant recevait 144 essais correspondant aux 24 personnes avec les 6 expressions faciales émotionnelles.

*Reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle* : chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation pendant 500 ms suivi après un écran blanc de 500 ms d'un mot décrivant une des 6 émotions manipulées (joie, tristesse, colère, dégoût, peur, neutre). Ce mot restait visible pendant 1000 ms. Après un intervalle blanc de 1000 ms, un visage apparaissait et restait à l'écran jusqu'à la réponse du participant. La tâche de ce dernier était de décider, le plus rapidement possible en appuyant sur une des deux clés de réponse, si le visage exprimait l'émotion du nom présenté précédemment. Les visages présentés à un participant donné avaient subi les mêmes manipulations que lors de la catégorisation du genre. Ils étaient présentés deux fois, une fois précédés du nom correspondant à leur expression émotionnelle et, une autre fois, précédés d'un nom n'y correspondant pas. Dans ce dernier cas, le nom de l'émotion était contrebalancé sur l'ensemble des essais et des participants. Chaque participant recevait 288 essais avec une pause au milieu de la passation.

*Appariement d'identité* : chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation pendant 500 ms suivi, 500 ms après, d'un premier visage présenté à gauche de l'écran pendant 1000 ms. Après un intervalle blanc de 1000 ms, un second visage apparaissait au milieu de l'écran et restait visible jusqu'à la réponse du participant. La tâche de ce dernier était de décider, le plus rapidement possible, si les deux visages appartenaient ou non à la même personne. Les visages présentés en première position n'avaient subi aucune manipulation et apparaissaient tous avec une expression neutre. Les visages présentés en seconde position étaient les mêmes que ceux présentés lors de la catégorisation du genre. Ils étaient présentés deux fois : la première, précédés d'une photographie de la même personne et la seconde, précédée de la photographie d'une autre personne vue dans l'expérience. Dans ce dernier cas, cette autre personne était toujours la même, de la même familiarité et du même genre. Chaque participant recevait 288 essais avec une pause au milieu de la passation.

La position gauche ou droite des réponses était contrebalancée sur l'ensemble des sujets. L'intervalle entre deux essais était de 3 secondes dans toutes les tâches.

## 1.2. Résultats

---

Utilisant des mesures non paramétriques de discriminabilité ( $A'$ ) et de critère de décision ( $B''$ ) de la théorie de la détection du signal, nous ne présenterons pas l'analyse du pourcentage de réponses correctes. Les pourcentages moyens par conditions sont cependant présentés dans le Tableau 3 avec les latences moyennes des réponses correctes.

### 1.2.1. Discriminabilité $A'$ et critère de décision $B''$ : ...

nous avons calculé l'indice de discriminabilité  $A'$  et l'indice de critère de décision  $B''$  de la

théorie de la détection du signal (Green & Moses, 1966 ; Grier, 1971 ; Pollack & Norman, 1964). Lorsque la tâche porte sur l'expression faciale émotionnelle ou sur l'appariement d'identité, la condition de signal est celle où le visage sur lequel porte la réponse correspond à l'émotion écrite ou à la personne présentée précédemment. La condition de bruit correspond donc à la situation où l'émotion ou la personne ne sont pas les mêmes. Lorsque la tâche est sur le genre, les réponses correctes correspondent au taux de catégorisations correctes des visages d'un genre et les fausses alarmes correspondent au taux d'erreur lors de la catégorisation des visages de l'autre genre de même familiarité et ayant subi la même modification<sup>25</sup>. Une analyse de variance (3 x 2 x 6) a été appliquée sur les indices A' et B". Les variables analysées sont la tâche (catégorisation du genre vs. reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle vs. appariement d'identité), la familiarité (connu vs. inconnu) et la manipulation (yeux dissimulés vs. nez dissimulé vs. bouche dissimulée vs. contraste inversé vs. visage renversé). Toutes ces variables sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par condition sont présentés dans le Tableau 2.

La tâche a un effet significatif sur la discriminabilité ( $F(2, 22) = 81.06, p < .0001$ ) et sur le critère de décision ( $F(2, 22) = 37.54, p < .0001$ ). L'expression faciale émotionnelle est moins discriminable que le genre ( $0,88$  vs.  $0,97$  ;  $F(1, 11) = 82,64, p < .0001$ ) et que l'identité ( $0,88$  vs.  $0,97$  ;  $F(1, 11) = 186.81, p < .0001$ ). La différence n'est pas significative entre le genre et l'identité. Par ailleurs, le critère de décision est moins strict quand la tâche concerne l'expression faciale émotionnelle plutôt que l'identité ( $0,24$  vs.  $0,65$  ;  $F(1, 11) = 25.12, p < .001$ ) ou le genre ( $0,24$  vs.  $0,81$  ;  $F(1, 11) = 67,31, p < .0001$ ). De plus, le critère est moins strict pour l'identité que pour le genre ( $0,65$  vs.  $0,81$  ;  $F(1, 11) = 11.48, p < .01$ ).

**Tableau 2 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B") selon la tâche, la familiarité et la manipulation.**

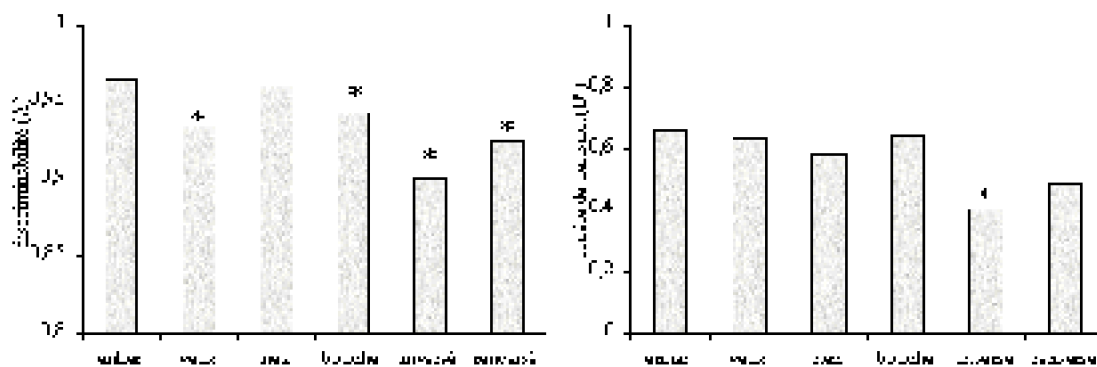
<sup>25</sup> Cette procédure fait que, les réponses pour un genre servant de base aux calculs pour l'autre genre, les indices sont les mêmes quel que soit le genre qui sert de base.



Manipulation		Entier	Yeux	Nez	Bouche	Inversé	Renversé
Catégorisation du genre	Visages connus :						
	A'	0,98	0,97	0,99	0,94	0,89	0,95
		(0,04)	(0,06)	(0,03)	(0,14)	(0,18)	(0,06)
	B''	1,00	0,92	0,83	0,83	0,50	0,42
		(0,00)	(0,29)	(0,58)	(0,58)	(0,90)	(0,90)
	Visages inconnus :						
	A'	1,00	1,00	0,99	0,99	0,90	0,99
		(0,01)	(0,01)	(0,02)	(0,02)	(0,14)	(0,03)
	B''	0,83	1,00	0,83	1,00	0,75	0,83
		(0,58)	(0,00)	(0,58)	(0,00)	(0,62)	(0,58)
Reconnaissance de l'expression émotionnelle	Visages connus :						
	A'	0,91	0,87	0,90	0,88	0,84	0,86
		(0,06)	(0,09)	(0,07)	(0,08)	(0,09)	(0,08)
	B''	0,34	0,32	0,12	0,39	0,00	0,38
		(0,66)	(0,29)	(0,59)	(0,41)	(0,44)	(0,43)
	Visages inconnus :						
	A'	0,92	0,83	0,91	0,89	0,88	0,83
		(0,06)	(0,08)	(0,06)	(0,06)	(0,09)	(0,04)
	B''	0,11	0,24	0,10	0,47	0,26	0,21
		(0,82)	(0,42)	(0,60)	(0,45)	(0,59)	(0,25)
Appariement d'identité	Visages connus :						
	A'	0,99	0,98	1,00	0,98	0,97	0,98
		(0,03)	(0,03)	(0,01)	(0,02)	(0,05)	(0,03)
	B''	0,92	0,75	0,92	0,58	0,58	0,58
		(0,29)	(0,45)	(0,29)	(0,51)	(0,51)	(0,51)
	Visages inconnus :						
	A'	0,99	0,95	0,98	0,98	0,93	0,95
		(0,02)	(0,07)	(0,03)	(0,03)	(0,08)	(0,07)
	B''	0,75	0,58	0,67	0,58	0,33	0,50
		(0,45)	(0,51)	(0,49)	(0,51)	(0,49)	(0,52)
( ) : écart-typ							

La manipulation a aussi un effet significatif sur la discriminabilité ( $F(5, 55) = 4.82, p < .01$ ) et le critère de décision ( $F(5, 55) = 3.10, p < .05$ ) (voir Figure 9). La discriminabilité est meilleure, par ordre décroissant, lorsque le visage est entier, le nez, la bouche et les yeux sont dissimulés, le visage est renversé et le contraste est inversé (respectivement 0,97, 0,96, 0,94, 0,93, 0,93 et 0,90). La discriminabilité lorsque le visage est entier est significativement meilleure que lors de toute manipulation (plus petite différence : ( $F(1, 11) = 4.97, p < .05$ ) sauf lorsque le nez est dissimulé. La discriminabilité lorsque le nez est dissimulé est meilleure que lors des autres dissimulations (plus petite différence :  $F(1, 11) = 7.14, p < .05$ ) sauf lorsque la bouche est dissimulée. Par ailleurs, la dissimulation de la bouche donne lieu à une meilleure discriminabilité que l'inversion du contraste ( $F(1, 11) = 5.03, p < .05$ ). Les autres différences ne sont pas significatives. Le critère de décision

est plus strict, par ordre décroissant, lorsque le visage est entier, la bouche, les yeux et le nez sont dissimulés, le visage est renversé et le contraste est inversé (respectivement 0,66, 0,64, 0,63, 0,58, 0,49 et 0,40). Le visage entier, la dissimulation des yeux, du nez et de la bouche et le renversement du visage ne donnent pas lieu à des différences significatives entre eux, mis à part un critère plus strict lors de la dissimulation des yeux par rapport au renversement du visage ( $F(1, 11) = 7.43, p < .05$ ). L'inversion du contraste donne lieu à un critère moins strict que toutes les autres manipulations (plus petite différence :  $F(1, 11) = 4.87, p < .05$ ) sauf le renversement.



\* : significativement différent de visage entier à

Figure 9 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B'') selon la manipulation.

L'interaction entre la tâche et la manipulation est significative pour la discriminabilité ( $F(10, 110) = 2.45, p < .05$ ) mais pas pour le critère de décision. Donc, pour la discriminabilité, la manipulation a un effet qui varie selon la tâche (voir Figure 10).

Pour la catégorisation du genre, la discriminabilité est meilleure, par ordre décroissant, lorsque le visage est entier et que le nez est dissimulé, puis lorsque les yeux et la bouche sont dissimulés, le visage est renversé et le contraste est inversé (respectivement 0,99, 0,99, 0,98, 0,97, 0,96 et 0,89). La discriminabilité ne diffère pas significativement lorsque le visage est entier ou que les yeux, le nez ou la bouche sont dissimulés. Le renversement du visage donne lieu à une discriminabilité inférieure à celle qui résulte de la dissimulation du nez ( $F(1, 11) = 5.11, p < .05$ ). Il ne diffère pas du visage entier et de la dissimulation de la bouche et des yeux. La discriminabilité lors de l'inversion du contraste est inférieure à celle lors de toutes les autres manipulations (plus petite différence :  $F(1, 11) = 5.14, p < .05$ ) sauf le renversement.

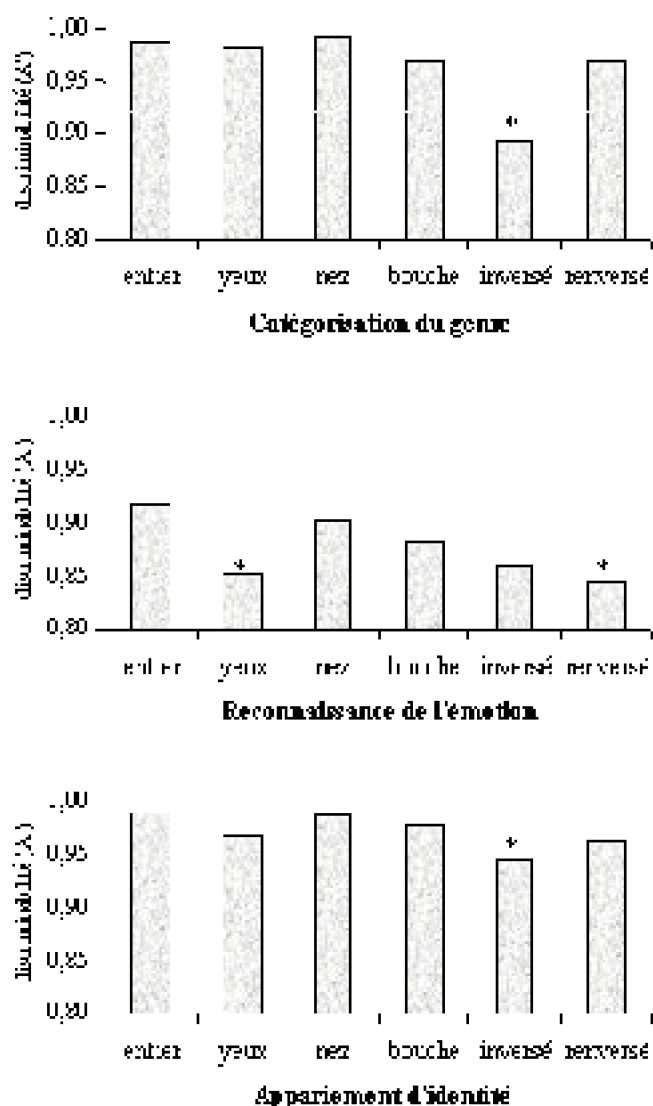


Figure 10 : Discriminabilité (A) selon la tâche et la manipulation.

Pour l'expression faciale émotionnelle, la discriminabilité est meilleure, par ordre décroissant, lorsque le visage est entier, le nez et la bouche sont dissimulés, le contraste est inversé, les yeux sont dissimulés et le visage est renversé (respectivement 0,92, 0,90, 0,88, 0,86, 0,85 et 0,85). La discriminabilité de l'expression du visage entier est meilleure que lors de toutes les manipulations (plus petite différence :  $F(1, 11) = 6.36, p < .05$ ) sauf lorsque le nez est dissimulé ou que le contraste est inversé. Le renversement, l'inversion du contraste et la dissimulation des yeux donnent lieu à une discriminabilité inférieure à la dissimulation du nez (plus petite différence :  $F(1, 11) = 5.18, p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative.

Pour l'appariement d'identité, la discriminabilité est meilleure, par ordre décroissant, lorsque le visage est entier et le nez est dissimulé, la bouche et les yeux sont dissimulés, le visage est renversé et le contraste est inversé (respectivement 0,99, 0,99, 0,98, 0,97, 0,96 et 0,95). La discriminabilité ne diffère pas significativement lorsque le visage est entier ou que les yeux, le nez et la bouche sont dissimulés. Elle est moins bonne lorsque

le contraste est inversé que lorsque le visage est entier et que le nez est dissimulé (plus petite différence :  $F(1, 11) = 7.11, p < .05$ ). De plus, la discriminabilité est moins bonne lorsque le visage est renversé que lorsque le nez est dissimulé ( $F(1, 11) = 5.32, p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative.

L'interaction entre la tâche et la familiarité est significative pour la discriminabilité ( $F(2, 22) = 13.04, p < .001$ ) et le critère de décision ( $F(2, 22) = 5.65, p < .05$ ). Cette interaction indique que la discriminabilité du genre des visages connus est moins bonne que celle des visages inconnus (0,95 vs. 0,98 ;  $F(1, 11) = 15.50, p < .01$ ) alors qu'au contraire la discriminabilité de l'identité des visages connus est meilleure que celle des visages inconnus (0,98 vs. 0,96 ;  $F(1, 11) = 12.30, p < .01$ ). La différence n'est pas significative pour la discriminabilité de l'expression des visages connus et inconnus. Par ailleurs, la discriminabilité de l'expression est moins bonne que celle du genre et de l'identité, que les visages soient connus ou non (plus petite différence :  $F(1, 11) = 30.58, p < .001$ ). De plus, pour les visages connus, la discriminabilité de l'identité est meilleure que celle du genre (0,98 vs. 0,95 ;  $F(1, 11) = 8.40, p < .05$ ) alors que la différence n'est significative pour les visages inconnus. Le critère de décision ne diffère pas entre visages connus et visages inconnus lorsque la tâche est sur l'identité, l'expression faciale émotionnelle ou le genre. Par contre, alors que pour les visages inconnus le critère est plus strict pour le genre que pour l'identité (0,88 vs. 0,57 ;  $F(1, 11) = 20.48, p < .001$ ), la différence entre les deux tâches n'est pas significative pour les visages connus. Par ailleurs, le critère de décision est moins strict pour l'expression faciale émotionnelle que pour les deux autres informations, quelque soit la familiarité du visage (plus petite différence :  $F(1, 11) = 10.64, p < .01$ ).

### **1.2.2. Latence des réponses correctes : ....**

une analyse de variance ( $3 \times 2 \times 6$ ) a été appliquée à la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont la tâche (catégorisation du genre vs. reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle vs. appariement d'identité), la familiarité (connu vs. inconnu) et la manipulation (yeux masqués vs. nez masqué vs. bouche masquée vs. contraste inversé vs. visage renversé). Toutes ces variables sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par condition sont présentés dans le Tableau 3.

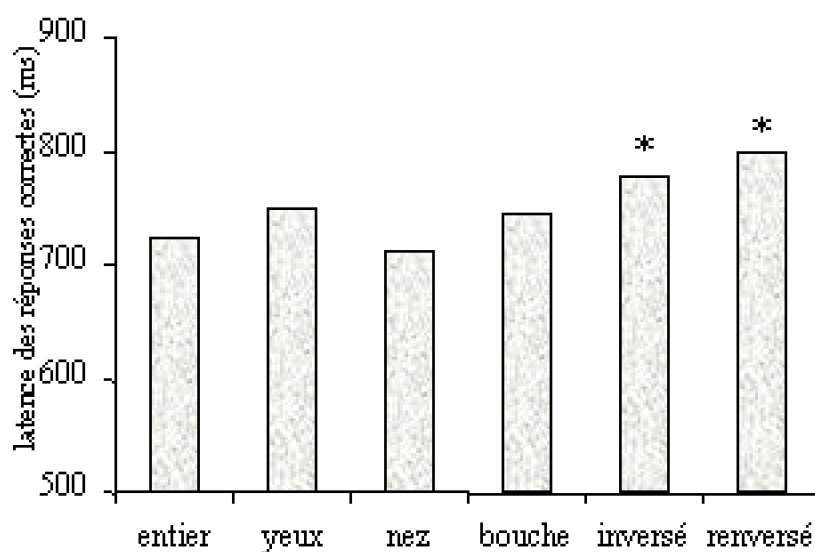
**Tableau 3 : Pourcentage (%) et latence (ms) des réponses correctes selon la tâche, la familiarité et la manipulation.**

Manipulation	Entier	Yeux	Nez	Bouche	Inversé	Renversé	
Catégorisation du genre	Visages connus :						
	Pourcentage	95,8	93,8	97,9	93,1	85,4	90,3
		(8,3)	12,4	(5,2)	(14,1)	(17,5)	(12,7)
	Latence (ms)	554	585	592	578	655	679
		(87)	88	(102)	(89)	(120)	(136)
	Visages inconnus :						
	Pourcentage	99,3	99,3	98,6	98,6	84,7	97,2
		(2,4)	2,4	(3,2)	(4,8)	(16,6)	(5,4)
Reconnaissance de l'expression émotionnelle	Visages connus :						
	Pourcentage	80,6	74,3	81,9	75,0	75,0	69,4
		(13,9)	14,4	(13,7)	(11,8)	(14,2)	(13,9)
	Latence (ms)	1075	1042	997	1088	992	1121
		(291)	280	(173)	(284)	(229)	(216)
	Visages inconnus :						
	Pourcentage	83,3	68,1	83,3	74,3	73,6	65,3
		(14,7)	13,2	(14,7)	(9,7)	(18,7)	(14,1)
Appariement d'identité	Visages connus :						
	Pourcentage	98,6	97,2	99,3	96,5	94,4	95,8
		(4,8)	5,4	(2,4)	(4,3)	(8,2)	(5,6)
	Latence (ms)	547	596	583	558	613	605
		(88)	145	(124)	(107)	(101)	(107)
	Visages inconnus :						
	Pourcentage	97,9	92,4	96,5	95,8	88,9	92,4
		(3,8)	10,3	(5,6)	(5,6)	(11,4)	(10,3)
( ) : écart-type							

La tâche a un effet significatif sur la latence des réponses correctes ( $F(2, 22) = 60.71$ ,  $p < .0001$ ) : les participants reconnaissaient plus lentement l'expression faciale émotionnelle qu'ils ne catégorisaient le genre (1061 ms vs. 602 ms ;  $F(1, 11) = 58.25$ ,  $p < .0001$ ) et qu'ils n'appariaient l'identité des visages (1061 ms vs. 589 ms ;  $F(1, 11) = 72.42$ ,  $p < .0001$ ). La différence n'est pas significative entre la catégorisation du genre et

l'appariement d'identité.

La manipulation a aussi un effet significatif sur la latence ( $F(5, 55) = 4.99, p < .001$ ) (voir Figure 11). Les réponses correctes sont plus rapides, par ordre croissant, lorsque le nez est dissimulé, le visage est entier, la bouche et les yeux sont dissimulés, le contraste est inversé et le visage est renversé (respectivement 711 ms, 722 ms, 744 ms, 749 ms, 777 ms et 798 ms). Le visage entier et la dissimulation du nez donnent lieu à des réponses correctes significatives plus rapides que l'inversion du contraste et le renversement du visage (plus petite différence :  $F(1, 11) = 16.06, p < .01$ ). La dissimulation de la bouche donne lieu à des réponses plus rapides que le renversement ( $F(1, 11) = 6.84, p < .05$ ). Toutes les autres différences ne sont pas significatives.



\* : significativement différent du visage entier à  $p < .05$

Figure 11 : Pourcentage (%) et latence (ms) des réponses correctes selon la manipulation.

L'interaction entre la tâche et la manipulation est significative pour la latence des réponses correctes ( $F(10, 110) = 2.53, p < .01$ ). La manipulation a donc un effet différent selon la tâche (voir Figure 12).

Pour la catégorisation du genre, les réponses sont plus rapides, par ordre croissant, lorsque le visage est entier, le nez, la bouche et les yeux sont dissimulés, le contraste est inversé et le visage est renversé (respectivement 553 ms, 572 ms, 576 ms, 578 ms, 661 ms et 667 ms). Les différences ne sont pas significatives entre le visage entier et la dissimulation des yeux, du nez et de la bouche mais ces manipulations donnent lieu à des réponses significativement plus rapides que l'inversion du contraste et le renversement du visage (plus petite différence :  $F(1, 11) = 9.06, p < .05$ ). Ces deux dernières manipulations ne diffèrent pas entre elles.

Pour la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle, les réponses sont plus

rapides, par ordre croissant, lorsque le nez est dissimulé, le contraste est inversé, le visage est entier, les yeux et la bouche sont dissimulés et le visage est renversé (respectivement 988 ms, 1017 ms, 1050 ms, 1088 ms, 1100 ms et 1124 ms). La dissimulation du nez et l'inversion du contraste donnent lieu à des réponses plus rapides que le renversement du visage (plus petite différence :  $F(1, 11) = 8.05, p < .05$ ). Les réponses sont aussi plus rapides lorsque le nez est dissimulé plutôt que la bouche ( $F(1, 11) = 6.61, p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative.

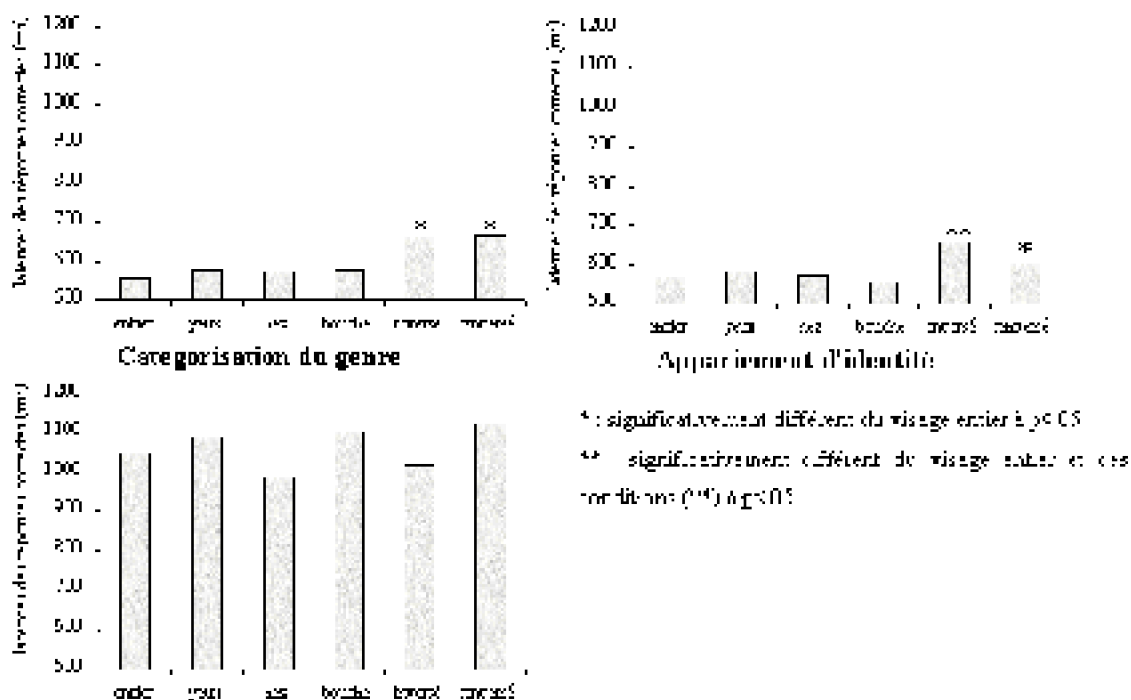


Figure 12 : Latence (ms) des réponses correctes selon la tâche et la manipulation.

Pour l'appariement d'identité, les réponses sont plus rapides, par ordre croissant, lorsque la bouche est dissimulée, le visage est entier, le nez et les yeux sont dissimulés, le visage est renversé et le contraste est inversé (respectivement 555 ms, 565 ms, 573 ms, 581 ms, 604 ms et 654 ms). La latence des réponses correctes lorsque les yeux, le nez et la bouche sont dissimulés ne diffère pas significativement de celle pour le visage entier. L'inversion du contraste et le renversement du visage donnent lieu à des réponses plus lentes que toutes les autres manipulations (plus petite différence :  $F(1, 11) = 6.07, p < .05$ ). De plus, l'inversion du contraste donne lieu à des réponses plus lentes que le renversement du visage ( $F(1, 11) = 8.94, p < .05$ ).

Cette expérience permet plusieurs observations. La première porte sur les manipulations opérées sur les visages. On observe que le renversement du visage affecte le traitement des trois informations faciales : les participants font plus d'erreurs pour l'expression faciale émotionnelle et répondent plus lentement pour le genre et pour l'identité. La discriminabilité de l'expression est d'ailleurs moins bonne lorsque le visage est renversé et celle du genre et de l'identité tendent aussi à l'être. L'inversion du contraste provoque, par ailleurs, une diminution de la discriminabilité du genre et de l'identité qui s'accompagne d'une forte augmentation des erreurs et de la latence des

réponses lorsque la tâche concerne ces deux informations. Elle n'affecte cependant que marginalement la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle puisque, pour cette dernière, seule une tendance a été observée au niveau de la discriminabilité. Notons cependant que, pour l'expression, l'inversion du contraste a donné lieu à une discriminabilité moins bonne que la dissimulation du nez. Au niveau des traits, la dissimulation du nez n'altère les performances d'aucune des trois informations. Seule la dissimulation des yeux et de la bouche donnent lieu à des différences entre les trois informations mais elles n'affectent que la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle.

La seconde observation est que la familiarité n'a pas la même influence selon la tâche. Le genre des visages connus utilisés dans l'expérience est moins discriminable et donne lieu à plus d'erreurs que celui des visages inconnus. Par contre, l'appariement de l'identité des visages connus est meilleur que celui des visages inconnus. Aucune influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle n'est observée.

## II. Conclusions

L'expérience que nous venons de présenter nous permet de tirer plusieurs conclusions. Tout d'abord, il apparaît que les informations configurales, dont le traitement est perturbé par le renversement du visage, jouent un rôle important dans le traitement des trois informations du visage que nous avons étudiées, ce qui concorde avec les observations déjà rapportées (e. g., Bruyer et al., 1993 ; Calder et al., 2000). De même, l'altération des informations de surface, par l'inversion du contraste, gêne le traitement du genre (e. g., Bruce et al., 1993) et de l'identité (e. g., Bruce & Langhton, 1994 ; Phillips, 1972). Par ailleurs, le poids des différents traits est généralement moins important que celui des informations configurales et de surface mais, de plus, il n'est pas significatif pour les informations de genre et d'identité. Pour la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle, deux traits interviennent significativement, les yeux et la bouche. Le fait que nous n'observions pas d'influence des traits (ou peu), alors qu'ils en ont une dans d'autres recherches (e. g., Roberts & Bruce, 1988), peut tenir à plusieurs raisons. L'une d'elles est que les études du rôle des traits se contentent de les manipuler. Les participants sont ainsi confrontés à deux situations seulement : le visage est entier ou un trait manque. Dans notre expérience, deux autres situations ont été étudiées : le renversement du visage et l'inversion du contraste. Or, ces deux situations sont toujours plus perturbatrices que la dissimulation d'un trait, quel qu'il soit. La présence de situations plus difficiles peut avoir atténué, dans l'analyse statistique, l'effet propre de perturbations liées à l'absence d'un trait. Une autre raison est que les performances sont généralement excellentes dans notre expérience, notamment lors de la catégorisation du genre et de l'appariement de l'identité. Des effets plafonds peuvent donc expliquer l'absence d'effet de la suppression d'un trait. Il n'en reste pas moins que cette expérience indique que le rôle des traits est relativement peu important par rapport à celui de la configuration et des informations de



surface, notamment pour le genre et l'identité.

La deuxième conclusion découle directement de la première : il y a une grande similitude entre le poids des différentes caractéristiques faciales des trois informations. Dans tous les cas, la configuration a une influence importante. Les traits, considérés isolément, tendent à jouer un rôle minime, à quelques exceptions près pour l'expression faciale. Les informations de surface sont importantes pour le genre et l'identité. Ainsi, la "dissociation" rapportée par Roberts et Bruce (1988) entre genre et identité n'apparaît pas du tout ici. Malgré quelques différences, il y a donc de grandes similitudes au niveau des caractéristiques faciales utilisées pour l'extraction des différentes informations faciales.

Une troisième conclusion porte sur l'influence de la familiarité. Même si elle a un effet significatif en interaction avec la tâche, elle ne modifie pas le traitement de l'information faciale, i.e. elle n'interagit pas significativement avec la manipulation. L'interaction avec la tâche indique trois choses : 1) tout d'abord, la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle des visages connus et inconnus ne diffère pas ; 2) ensuite, l'appariement d'identité est plus facile lorsque les visages sont connus, quelle que soit la manipulation. Cette observation est en accord avec les données de la littérature qui indiquent que l'appariement de visages familiers est plus facile que celui de visages non familiers (e. g., Young et al., 1986b). Finalement, le genre des visages connus utilisés dans cette expérience est plus difficile à catégoriser que celui des visages inconnus, ce qui ne correspond pas aux données de la littérature (e. g., Bruce, 1986 ; Dubois et al., 1999). Notons que cette dernière observation n'indique pas que la familiarité rend plus difficile la catégorisation du genre mais simplement que le genre des visages connus que nous avons utilisés est moins marqué que celui des visages inconnus. On aurait pu s'attendre ici à ce que le fait de connaître la personne lève l'ambiguïté sur son genre. En fait, lors de la passation de l'expérience, les participants avaient pour consigne de répondre le plus rapidement possible. Dans ces conditions, les participants répondaient souvent avant d'avoir identifié la personne, plusieurs rapportant d'ailleurs oralement s'être trompés pour des personnes connues après les avoir identifiées.

Il apparaît donc que certaines caractéristiques du visage, telles que la configuration ou les informations de surface, sont primordiales pour l'extraction de plusieurs types d'informations faciales alors que d'autres, essentiellement les traits, ont un rôle plus variable en fonction de l'information concernée. Cette observation suggère que certains sous-systèmes fonctionnels d'analyse visuelle sont spécialisés dans le traitement d'un type d'information faciale défini alors que d'autres ne le sont pas et peuvent opérer sur plusieurs types d'informations faciales. Ainsi, le processus de traitement des informations configurales est une entrée commune à tous les processus de traitement de l'information faciale (ou, au moins, pour ceux qui extraient le genre, l'identité et l'expression faciale émotionnelle). Des processus de traitement plus locaux, tels que ceux impliqués dans le traitement des traits, sont des entrées spécifiques à certaines informations faciales. Sur la base des recherches antérieures et de la présente étude, on peut supposer, par exemple, que le traitement du nez intervient dans la catégorisation du genre (Roberts & Bruce, 1988) alors que celui de la bouche intervient dans la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle. Le traitement de certains traits peut même intervenir dans l'extraction de plusieurs types d'information faciale. On pense notamment aux yeux qui

interviennent dans la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle dans notre étude, mais aussi - même si nos résultats ne le confirment pas - dans la reconnaissance du visage dans l'étude de Roberts et Bruce (1988) et dans la catégorisation du genre dans celle de Bruce et al. (1993). Le point important est ici que les processus qui sont communs à plusieurs traitements sont aussi ceux dont la perturbation altère le plus les performances. Ce sont aussi les processus qui sont présentés comme étant à l'origine de l'expertise humaine dans la reconnaissance du visage.

Plusieurs auteurs ont proposé que les informations globales et configurales d'un visage mettent en oeuvre les basses fréquences spatiales (e. g., Sergent, 1989). Au contraire, les informations locales, sur les traits par exemple, sont sensibles à des fréquences spatiales plus hautes. De plus, le système visuel décompose toute stimulation selon différentes gammes de fréquences spatiales, celles-ci étant traitées dans des canaux neuronaux distincts. A la suite des résultats que nous venons de présenter, on peut donc suggérer que les différentes gammes de fréquences ont un poids plus ou moins important pour les différentes informations faciales. Cependant, les gammes de fréquences qui permettent d'extraire la configuration du visage devraient être celles qui permettent le mieux de traiter l'information faciale quelle qu'en soit le type. Au cours du chapitre suivant, nous allons donc étudier le rôle des fréquences spatiales dans la catégorisation du genre, la reconnaissance de l'identité et la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle.

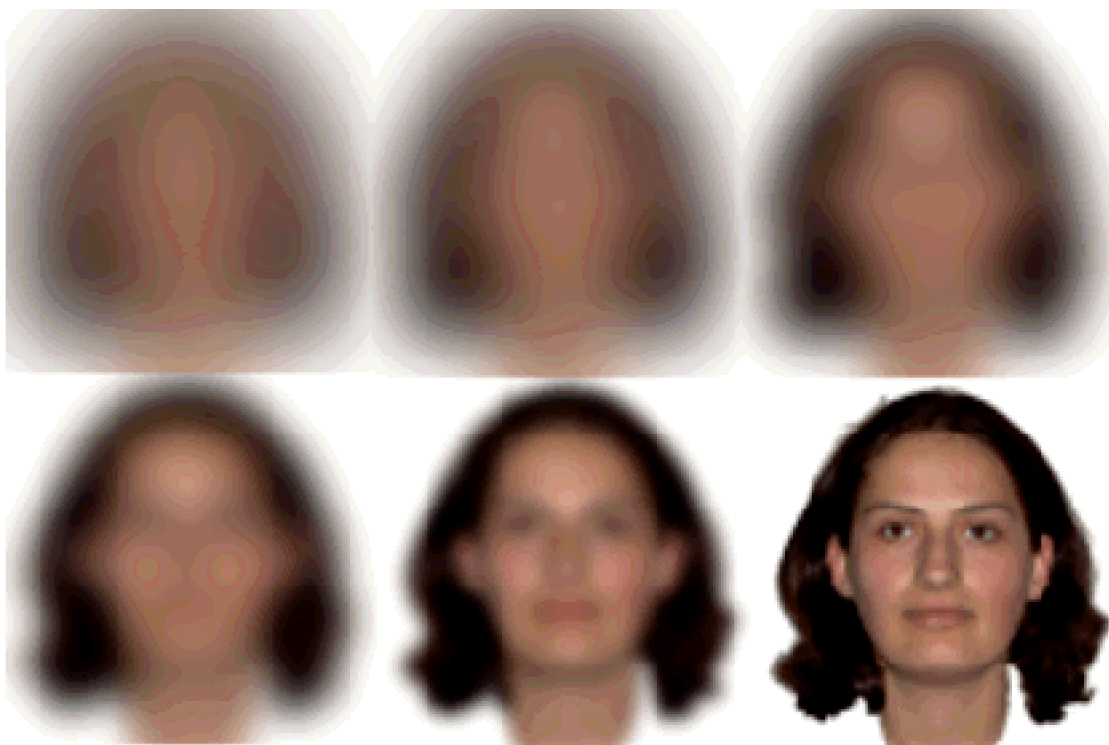
## Chapitre 5 : Fréquences spatiales et traitement de l'information faciale

Le système visuel décompose l'image rétinienne en différents types d'informations qui sont prises en charge par des régions cérébrales spécifiques. Ce n'est qu'à un plus haut niveau de traitement que l'image est recomposée pour constituer une perception uniforme. Cette analyse sépare différentes dimensions comme, par exemple, l'orientation ou la couleur (Buser & Imbert, 1987 ; Marr, 1982). Le système visuel décompose aussi le stimulus en différentes fréquences spatiales, qui correspondent à une variation plus ou moins rapide du contraste (voir Buser & Imbert, 1987 ; Ginsburg, 1986). Les basses fréquences spatiales (variations lentes du contraste) permettent ainsi de percevoir l'aspect global du stimulus. Les hautes fréquences spatiales (variations rapides du contraste) permettent de percevoir les détails du stimulus. Marr (1982) a notamment suggéré que ces dernières permettent de percevoir la bordure des objets ou des parties d'objets avec une grande précision.

Plusieurs auteurs ont suggéré que l'intégration de l'information visuelle est plus ou moins rapide selon les fréquences activées. La sensibilité du système visuel repose, en grande partie, sur sa capacité à intégrer l'énergie lumineuse à travers le temps. L'acuité visuelle émerge progressivement et les détails d'une scène deviennent peu à peu discernables en fonction de l'énergie lumineuse (Eriksen & Schultz, 1979 ; voir aussi Hughes, Nozawa, & Kitterle, 1996 ; Sergent, 1986a, 1986b ; Watson, 1986). Au niveau psychologique, il en résulte un percept dont la clarté augmente graduellement, d'une

perception diffuse à une image de plus en plus nette où les plus petits détails deviennent peu à peu perceptibles (voir Figure 13). Au niveau physiologique, le temps d'intégration de l'information par les différents canaux varie selon la gamme de fréquences auxquels ils sont sensibles, les basses fréquences spatiales étant intégrées le plus rapidement. Cette microgénése de l'intégration des différentes gammes de fréquences spatiales se manifeste dans le phénomène de "précédence globale" ; la forme globale d'un stimulus est perçue avant ses parties (Navon, 1977).

Sergent (1986b ; voir aussi Sergent, 1989), suggère que l'intégration progressive des hautes fréquences spatiales s'accompagne d'une augmentation du contenu informatif de l'image du visage. Celle-ci rend alors possible de nouvelles opérations. Par exemple, si l'on considère la Figure 13, on constate qu'il est possible dès les premières étapes de déterminer que l'image représente un visage. Il n'est cependant pas encore possible à ce stade d'identifier le visage ou de déterminer son genre et son état émotionnel. Ces informations ne peuvent être extraites que dans les étapes ultérieures. La reconnaissance de la personne sera alors possible assez rapidement, pour ceux qui la connaissent. De même, il sera possible de déterminer le genre et l'état émotionnel. Les différentes informations en jeu peuvent d'ailleurs nécessiter un niveau d'intégration spécifique.



*Figure 13 : Illustration de l'augmentation progressive d'acuité visuelle en fonction de l'intégration initiale des basses fréquences puis de l'intégration progressive des hautes fréquences spatiales (adapté de Sergent, 1986b).*

Trois approches sont utilisées pour déterminer le rôle des différentes bandes de fréquences spatiales dans la reconnaissance du visage. La première consiste à utiliser la méthode de pixélisation (Harmon, 1973 ; Harmon & Julesz, 1973). Un quadrillage est appliqué à l'image et la luminosité moyenne de chaque case est déterminée. L'image

apparaît alors sous la forme d'une mosaïque. La manipulation de la dimension du quadrillage permet de faire varier la résolution. Diminuer la résolution (i.e., diminuer la taille du quadrillage) revient à diminuer les informations de hautes fréquences spatiales. Les recherches qui ont utilisé ce paradigme indiquent que la reconnaissance du visage est relativement bonne pour des images constituées de peu de pixels (Bachmann, 1987, 1991 ; Bachmann & Kahusk, 1997 ; Bhatia, Lakshminarayanan, Samal, & Welland, 1995 ; Costen, Parker, & Craw, 1994, 1996 ; Harmon, 1973 ; Harmon & Julesz, 1973 ; Uttal, Baruch, & Allen, 1995a, 1995b). Dans la recherche de Harmon (1973), par exemple, la reconnaissance de personnes connues était supérieure au hasard pour des images d'une résolution de 16 x 16 ( 256 pixels). Par ailleurs, Bachmann (1991) a observé que les taux de reconnaissance de visages familiarisés sont presque identiques pour des résolutions allant jusqu'à 15 x 15 pixels, niveau auquel les performances chutent mais restent néanmoins supérieures au hasard. Les recherches ultérieures ont aussi rapporté des "plateaux" dans les performances de reconnaissance (Bachmann & Kahusk, 1997 ; Bhatia et al., 1995 ; Costen et al., 1994, 1996 ; Uttal et al., 1995a, 1995b). Par exemple, Bachmann et Kahusk (1997) ont rapporté qu'un visage normal, inconnu avant l'expérience, est mieux reconnu qu'un visage de résolution 16 x 16. Ensuite, un premier plateau de performance est observé jusqu'à une résolution de 12 x 12 pixels. Un dernier plateau s'étend d'une résolution de 11 x 11 à une résolution de 9 x 9 pixels. Dans ce dernier plateau, les performances restent au-dessus du hasard. L'ensemble de ces recherches indique que les hautes fréquences spatiales, éliminées par la pixélisation, jouent un rôle mineur dans la reconnaissance du visage. Cependant, une telle approche pose quelques problèmes. Notamment, à fréquence spatiale égale, la reconnaissance d'un visage pixélisé est moins bonne que celle d'un visage filtré avec une autre méthode (Costen et al., 1994 ; Uttal et al., 1995a, 1995b). Le quadrillage introduit des informations de hautes fréquences qui interfèrent avec l'intégration des basses fréquences. De plus, les performances varient selon la position du quadrillage (Harmon, 1973 ; Harmon & Julesz, 1973).

La deuxième approche consiste à cacher une partie du stimulus par une grille dont les bandes sont plus ou moins épaisses. La grille peut être présentée simultanément avec le stimulus (masquage fréquentiel simultané), avant (masquage fréquentiel antérograde) ou après (masquage fréquentiel rétrograde). Plusieurs études ont adopté cette approche<sup>26</sup> (Bruyer, 1988 ; Inui & Miyamoto, 1984 ; Keenan, Whitman, & Pepe, 1989 ; Moscovitch, 1988 ; Moscovitch & Radzins, 1987 ; Tieger & Ganz, 1979). Par exemple, Tieger et Ganz (1979) ont étudié le rôle de bandes de fréquences allant de 0,54 à 3,9 cycles par degré d'angle visuel (cy/°) lors de la reconnaissance de visage précédemment appris. Ils ont rapporté que l'élimination des basses fréquences spatiales est celle qui gêne le plus la reconnaissance, avec une perturbation maximale pour un masquage de 2,2 cy/°. Inui et Miyamoto (1984) ont montré que l'identification de célébrités diminue progressivement au

---

<sup>26</sup> Les fréquences spatiales peuvent être spécifiées de plusieurs manières. Les publications sur ce sujet rapportent, par exemple, le nombre de cycles par degré d'angle visuel ou par largeur du visage, voir même par largeur d'image. Elles ne rapportent pas toujours les paramètres permettant de faire la conversion de l'un à l'autre, ce qui rend parfois difficile la comparaison. Dans les lignes qui vont suivre, nous présenterons l'indicateur utilisé par le ou les auteurs en précisant simplement s'il s'agit de hautes ou de basses fréquences.

fur et à mesure que des bandes de fréquences de plus en plus basses sont masquées. Dans l'ensemble, les études rapportent qu'une bande de fréquence médiane (de 8 à 16 cy/l) est critique dans la reconnaissance du visage. Cette approche pose, cependant, des problèmes similaires à ceux posés par la pixélisation : le masque fréquentiel introduit lui aussi des informations de hautes fréquences qui peuvent interférer avec le traitement du visage. De plus, le masque peut être placé à différents endroits du visage et, ainsi, certaines informations peuvent apparaître ou, au contraire, être dissimulées, ce qui est de nature à faire varier les performances pour une même bande de fréquence (Riley & Costall, 1980).

Une troisième approche consiste à éliminer certaines bandes de fréquences spatiales du spectre de l'image par le biais d'une transformée de Fourier. Cette approche a l'avantage, par rapport aux deux autres, de ne pas ajouter d'information. Ainsi, Ginsburg (1978) a rapporté que les basses fréquences sont suffisantes pour réussir un appariement d'identité. Selon lui, les hautes fréquences sont redondantes et n'apportent rien de plus aux performances. Harvey et Sinclair (1985; voir aussi Harvey, 1986) ont demandé à leurs participants d'apprendre des visages, puis de juger de la similarité de visages filtrés avec les visages appris. Ils observent que la similarité la plus grande entre un visage filtré et sa représentation mnésique est centrée sur des fréquences de 3,8 cy/°, c'est à dire des basses fréquences spatiales. Harvey (1986) a suggéré que les hautes fréquences ne sont pas prises en compte dans la représentation mnésique d'un visage. Cependant, plusieurs auteurs ont aussi observé que l'ajout des hautes fréquences améliore les performances de reconnaissance (e. g., Fiorentini, Maffei, & Sandini, 1983 ; Sergent, 1985). Par exemple, Fiorentini et al. (1983) ont progressivement augmenté la limite de leur filtre passe-bas à 5, 8, puis à 12 cy/l. Ajouter aux basses fréquences des fréquences de plus en plus hautes améliorerait la reconnaissance. Par contre, ajouter des fréquences de plus en plus basses aux hautes fréquences n'influencerait pas la reconnaissance. Par ailleurs, Hayes et al. (1986) ont rapporté, à contre-courant, que la reconnaissance d'un visage familiarisé est meilleure pour des fréquences de 25 cy/l, ce qui correspond à des hautes fréquences. La reconnaissance est au niveau du hasard pour des fréquences de 3,2 cy/l et dépasse ce niveau à partir de 6,4 cy/l. Ces auteurs ont suggéré que les hautes fréquences jouent un rôle plus important que ce qu'on pensait dans la reconnaissance. Cependant, Millward et O'Toole (1986 ; voir aussi O'Toole, Millward, & Anderson, 1988) ont rapporté qu'un visage appris sans être filtré est, par la suite, mieux reconnu à partir de fréquences inférieures à 11 cy/l plutôt que de fréquences supérieures à 11 cy/l.

En conclusion à toutes ces recherches, il apparaît que les basses fréquences jouent un rôle très important dans la reconnaissance du visage. Les hautes fréquences semblent aussi intervenir, mais leur utilité est plus discutée et dépend probablement des conditions et de la tâche à réaliser (voir, par exemple, Liu, Collin, Rainville, & Chaudhuri, 2000). D'une manière générale, la reconnaissance du visage est optimale pour des fréquences allant de 8 à 16 cycles par largeur du visage ou de 2,2 à 4,8 cycles par degré d'angle visuel. Pour ce qui est des autres informations faciales, le rôle des différentes bandes de fréquences n'a pas été très étudié. A notre connaissance, aucune recherche n'a été menée concernant l'expression faciale émotionnelle. Pour le genre, Sergent (1985, 1986b) a rapporté que sa catégorisation est moins sensible à l'ajout de hautes fréquences que la reconnaissance du visage. Dans l'expérience de Sergent (1986b), la catégorisation

du genre bénéficiait moins que l'accès aux informations sémantiques de l'ajout de hautes fréquences. Il semble donc que ce type d'informations puisse être extrait à partir de fréquences basses, inférieures à celles qui sont nécessaires à la reconnaissance du visage.

Les expériences que nous allons maintenant décrire portent sur le rôle des différentes bandes de fréquences spatiales du système visuel dans la catégorisation du genre, la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle et l'appariement d'identité. L'objectif est de déterminer, pour chacune de ces informations faciales, les bandes de fréquences qui, d'une part, permettent de les extraire correctement et, d'autre part, qui sont les plus efficaces. Comme dans l'étude présentée au Chapitre 4, les mêmes stimuli et le même protocole général sont utilisés pour les trois tâches.

## I. Filtrage fréquentiel et traitement de l'information faciale (Expérience 2)

### I.1. Méthode

---

#### I.1.1. Participants : ...

16 personnes (9 femmes et 7 hommes) travaillant à l'Institut des Sciences Cognitives (personnel technique, chercheurs ou étudiants). Tous avaient une vue normale ou corrigée, leur âge moyen était de 34 ans et 7 mois.

#### I.1.2. Matériel : ....

il était constitué des visages de 32 personnes (16 femmes et 16 hommes) âgées de 18 à 31 ans (moyenne : 24 ans) extraites de la base décrite au Chapitre 4. Aucune d'entre elles n'avait de signes distinctifs particuliers (lunettes, barbe ou moustaches, cicatrices, etc.). La moitié faisait partie du personnel de l'Institut des Sciences cognitives (chercheurs ou étudiants). L'autre moitié était constituée de personnes extérieures à cet institut et étaient ainsi inconnues. Pour chaque personne, nous disposons de 7 photographies. Sur 2 d'entre elles, l'expression était neutre. Sur les 5 autres, la personne simulait cinq émotions fondamentales décrites par Ekman et Friesen (1971) ; la joie, la tristesse, la colère, le dégoût et la peur. Les évaluations moyennes de ces expressions sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Pourcentage moyen d'évaluation de l'expression faciale émotionnelle en fonction de la familiarité.

Emotion :	Joie	Tristesse	Colère	Dégoût	Peur	Neutre
Personnes connues :	91,6	72,4	76,3	75,7	78,0	80,3
Personnes inconnues :	84,3	63,7	71,0	76,2	77,4	79,8
<b>Moyenne :</b>	<b>87,9</b>	<b>68,1</b>	<b>73,7</b>	<b>75,9</b>	<b>77,7</b>	<b>80,0</b>

Une analyse de variance par items (2 x 6) a été réalisée pour vérifier qu'il n'existe pas de différence significative entre les personnes connues et inconnues. Elle comporte deux facteurs, la familiarité (connu vs. inconnu) et l'expression faciale émotionnelle (joie vs. tristesse vs. colère vs. dégoût vs. peur vs. neutre). La familiarité est un facteur inter-items, l'expression faciale émotionnelle est un facteur intra-items. La familiarité n'a pas d'effet significatif ( $F(1, 30) = 2.26$ ). De même, l'interaction entre la familiarité et l'expression faciale émotionnelle n'est pas significative ( $F(5, 150) = .50$ ). Seule l'expression faciale émotionnelle a un effet significatif ( $F(5, 150) = 5.63, p < .0001$ ). La joie est mieux reconnue que toutes les autres expressions (plus petite différence :  $F(1, 30) = 7.29, p < .05$ ). La tristesse est moins bien reconnue que la neutralité et la peur (plus petite différence :  $F(1, 28) = 6.04, p < .05$ ). Les autres expressions ne diffèrent pas significativement.

Toutes les photographies ont une taille de 1024 x 1024 pixels, ce qui correspond à l'écran à une image de 20 x 20 cm avec une résolution de 51,2 pixels par centimètre. Le visage est placé de sorte que le milieu des yeux se trouve toujours au milieu de l'image. Pour chaque photographie, plusieurs versions ont été créées par filtrage avec la transformée de Fourier<sup>27</sup>. Une version correspond au visage non filtré, les 7 autres à 7 canaux de fréquences spatiales couvrant l'ensemble des fréquences auxquelles est sensible le système visuel. Le choix des bandes est basé sur la description de Ginsburg (1986). Une bande correspond aux fréquences pour lesquelles un canal est le plus sensible (Figure 14). Nous les présentons dans le Tableau 5 en indiquant les fréquences en cycles par degré d'angle visuel, ainsi qu'en cycles par largeur d'image et en cycles par largeur de visage.

<sup>27</sup> Le filtrage a été réalisé avec le logiciel Scion Image.



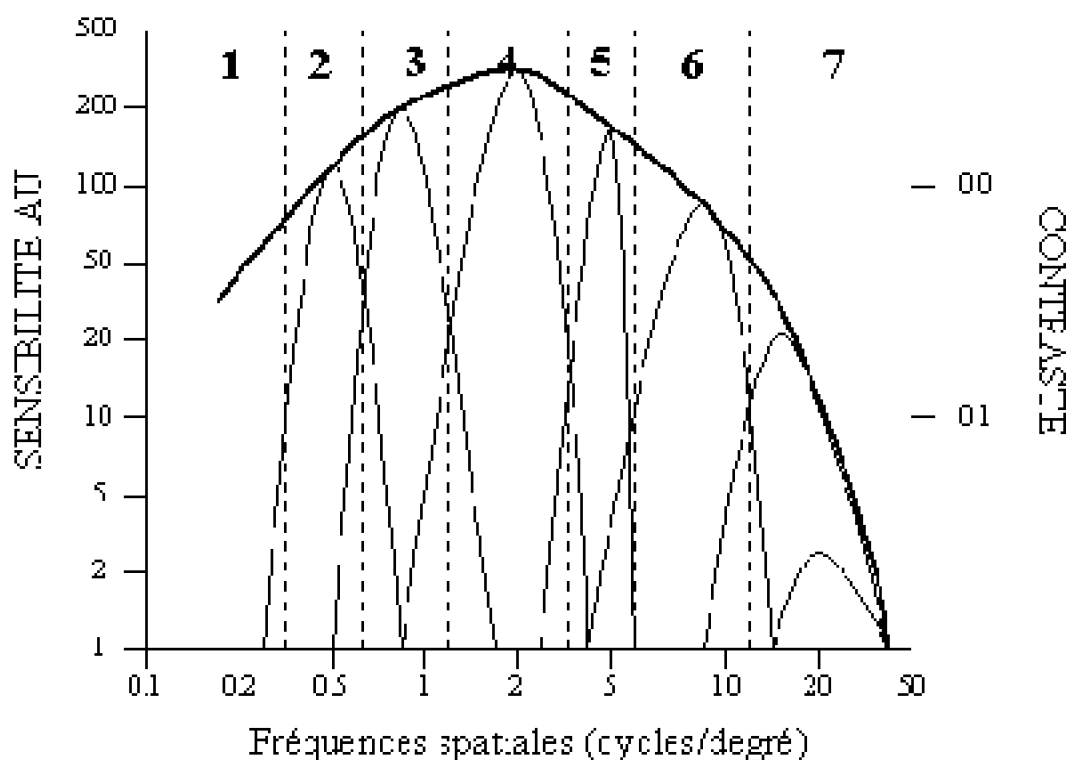


Figure 14 : Courbe de sensibilité au contraste en fonction des différents canaux de fréquences spatiales (adaptée de Ginsburg, 1986).

La courbe épaisse représente la sensibilité globale au contraste du système visuel. Les autres courbes représentent la sensibilité des différents canaux de fréquences spatiales. Les chiffres en gras, en haut, indiquent les bandes de fréquences sélectionnées pour l'expérience.

Tableau 5 : Bandes de fréquences spatiales utilisées.

Fréquences spatiales	Cycles par degré d'angle visuel (cy/°)	Cycles par largeur d'image (cy/l)	Cycles par largeur de visage <sup>28</sup> (cy/l)
Bande 1	inférieur à 0,35 cy/°	inférieur à 7,33 cy/l	Inférieur à 3,30 cy/l
Bande 2	de 0,35 à 0,70 cy/°	de 7,33 à 14,66 cy/l	de 3,30 à 6,60 cy/l
Bande 3	de 0,70 à 1,20 cy/°	de 14,66 à 25,13 cy/l	de 6,60 à 11,31 cy/l
Bande 4	de 1,20 à 3 cy/°	de 25,13 à 62,83 cy/l	De 11,31 à 28,28 cy/l
Bande 5	de 3 à 6 cy/°	de 62,83 à 125,67 cy/l	De 28,28 à 56,55 cy/l
Bande 6	de 6 à 11 cy/°	de 125,67 à 230,39 cy/l	de 56,55 à 103,68 cy/l
Bande 7	supérieur à 11 cy/°	supérieur à 230,39 cy/l	supérieur à 103,68 cy/l

<sup>28</sup> Les visages ont une largeur moyenne de 9 centimètres.

Les conversions sont calculées en considérant que les sujets sont à 60 cm de l'écran. Notons que la bande 7 comprend deux canaux qui se recouvrent. Elle est aussi limitée par la résolution de l'image. Ce dernier filtrage donne ainsi lieu à une image quasiment uniformément grise où seuls quelques traits, insuffisants pour reconnaître le genre, l'expression ou l'identité, sont visibles. De même, la bande 1 ne correspond à aucun canal en particulier mais aux plus basses fréquences auxquelles est sensible le système visuel. Cette dernière bande est utilisée pour éviter que la bande correspondant au premier canal (bande 2) ait une amplitude supérieure aux autres. Des exemples des différentes versions filtrées sont présentés en Annexe.

### **I.1.3. Procédure : ...**

la procédure est identique à celle utilisée lors de l'expérience précédente (Chapitre 4). Chaque participant passait les trois tâches, dans le même ordre, avec au moins une semaine d'intervalle entre chaque passation (moyenne : 2 semaines). Le visage d'une personne donnée était toujours vu avec le même filtrage pour éviter les effets d'amorçage d'une bande de fréquence à une autre. L'association entre une bande de fréquence et le visage d'une personne était contrebalancée à travers les participants. Chaque participant répondait ainsi à 192 essais lorsque la tâche portait sur le genre et à 384 essais lorsqu'elle portait sur l'expression ou sur l'identité.

## **I.2. Résultats**

---

Utilisant des indicateurs de discriminabilité ( $A'$ ) et de critère de décision ( $B''$ ) de la théorie de la détection du signal, nous ne présenterons pas l'analyse du pourcentage de réponses correctes. Les pourcentages moyens par conditions sont cependant présentés dans le Tableau 7 avec les latences moyennes des réponses correctes.

### **I.2.1. Discriminabilité $A'$ et critère de décision $B''$ : ....**

; nous avons déterminé la discriminabilité  $A'$  et le critère de décision  $B''$  de la même manière que lors du Chapitre 4. Nous avons ensuite appliqué une analyse de variance ( $3 \times 2 \times 8$ ) respectivement pour  $A'$  et  $B''$ . Les variables analysées sont la tâche (catégorisation du genre vs. reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle vs. appariement d'identité), la familiarité (connu vs. inconnu) et le filtrage (visage entier vs. bande 1 à 7). Toutes ces variables sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart types par conditions sont présentés dans le Tableau 6.

La tâche a un effet significatif sur la discriminabilité ( $F(2, 30) = 45.99, p < .0001$ ) et sur le critère de décision ( $F(2, 30) = 11.41, p < .001$ ). La discriminabilité est significativement meilleure lors de l'appariement d'identité (0,85), puis lors de la catégorisation du genre (0,78) et, finalement, lors de la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle (0,70) (plus petite différence :  $F(1, 15) = 15.27, p < .01$ ). Le critère est quant à lui moins strict pour l'appariement d'identité que pour la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle (-0,27 vs. -0,03 ;  $F(1, 15) = 13.04, p < .01$ ) et pour la catégorisation du genre (-0,27 vs. 0,09 ;  $F(1, 15) = 16.09, p < .01$ ). La différence n'est pas significative entre la reconnaissance de l'expression émotionnelle et la catégorisation du genre.

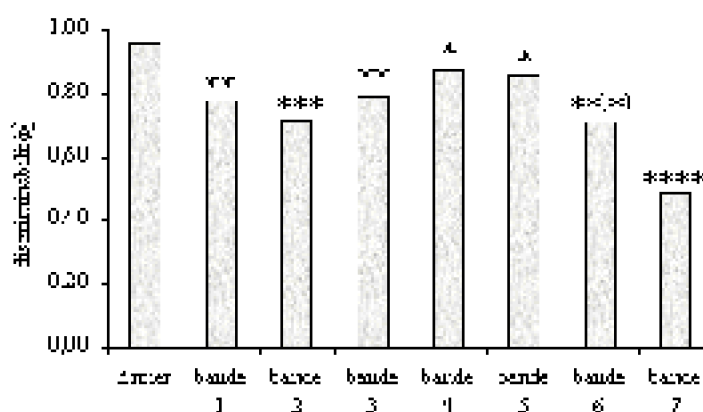
Tableau 6 : Indices de discriminabilité (A') et de critère de décision (B'') en fonction de la tâche, la familiarité et le filtrage.

Filtrage	Aucun	1	2	3	4	5	6	7	
Catégorisation du genre	<u>Visages connus :</u>								
	A'	0,98	0,79	0,74	0,78	0,84	0,91	0,75	0,48
		(0,03)	(0,24)	(0,24)	(0,16)	(0,21)	(0,17)	(0,28)	(0,21)
	B''	0,25	0,13	0,10	-0,16	0,19	0,13	-0,08	-0,04
		(0,58)	(0,89)	(0,81)	(0,73)	(0,75)	(0,72)	(0,86)	(0,53)
	<u>Visages inconnus :</u>								
	A'	0,99	0,85	0,74	0,79	0,82	0,77	0,67	0,51
		(0,04)	(0,16)	(0,24)	(0,25)	(0,23)	(0,26)	(0,32)	(0,21)
	B''	0,00	0,11	-0,08	0,17	0,19	0,13	0,19	0,16
		(0,37)	(0,81)	(0,77)	(0,84)	(0,75)	(0,72)	(0,83)	(0,45)
Reconnaissance de l'expression émotionnelle	<u>Visages connus :</u>								
	A'	0,93	0,57	0,52	0,72	0,87	0,79	0,63	0,46
		(0,04)	(0,18)	(0,16)	(0,14)	(0,14)	(0,12)	(0,24)	(0,10)
	B''	-0,13	0,08	0,03	-0,17	-0,07	-0,25	0,14	0,29
		(0,54)	(0,41)	(0,30)	(0,26)	(0,57)	(0,34)	(0,76)	(0,57)
	<u>Visages inconnus :</u>								
	A'	0,93	0,73	0,61	0,75	0,87	0,83	0,53	0,46
		(0,03)	(0,42)	(0,11)	(0,09)	(0,08)	(0,07)	(0,12)	(0,17)
	B''	-0,26	0,03	-0,09	-0,06	0,12	-0,26	-0,06	0,09
		(0,64)	(0,37)	(0,10)	(0,20)	(0,43)	(0,38)	(0,27)	(0,68)
Appariement d'identité	<u>Visages connus :</u>								
	A'	0,98	0,86	0,85	0,87	0,94	0,95	0,85	0,48
		(0,04)	(0,12)	(0,08)	(0,09)	(0,09)	(0,08)	(0,14)	(0,23)
	B''	0,05	-0,64	-0,32	-0,42	-0,13	-0,30	-0,09	0,11
		(0,58)	(0,51)	(0,62)	(0,54)	(0,59)	(0,72)	(0,58)	(0,62)
	<u>Visages inconnus :</u>								
	A'	0,98	0,87	0,83	0,84	0,92	0,92	0,85	0,57
		(0,03)	(0,07)	(0,08)	(0,08)	(0,06)	(0,04)	(0,10)	(0,21)
	B''	0,04	-0,62	-0,20	-0,48	-0,45	-0,53	-0,15	-0,16
		(0,59)	(0,58)	(0,67)	(0,58)	(0,51)	(0,65)	(0,67)	(0,64)

( ) : écart-type

Le filtrage a un effet significatif sur la discriminabilité ( $F(7, 105) = 47.37, p < .0001$ ) mais pas sur le critère de décision. Au niveau de la discriminabilité (voir Figure 15), elle est meilleure, par ordre décroissant, pour le visage entier, puis pour les bandes 4, 5, 3, 1, 2, 6 et 7 (respectivement 0,96, 0,88, 0,86, 0,79, 0,78, 0,72, 0,71 et 0,49). La discriminabilité est meilleure pour le visage entier que dans n'importe quelle bande (plus

petite différence :  $F(1, 15) = 16.81, p < .001$ ). Elle ne diffère pas significativement entre les bandes 4 et 5 où elle est meilleure que dans les autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 5.01, p < .05$ ). La bande 7 donne lieu à des performances inférieures à toutes les autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 43.17, p < .0001$ ). Les bandes 1 et 3 ne diffèrent pas mais donnent lieu à une meilleure discriminabilité que la bande 2 (plus petite différence :  $F(1, 15) = 6.38, p < .05$ ). La bande 3 donne aussi lieu à une meilleure discriminabilité que la bande 6 ( $F(1, 15) = 4.83, p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative.



\* significativement différent du visage entier à  $p < .05$

\*\* significativement différent du visage entier et des conditions (\*) à  $p < .05$

\*\*\* significativement différent du visage entier et des conditions (\*) et (\*\*)

Figure 15 : Discriminabilité (A') selon le filtrage.

Le filtrage interagit avec la tâche sur la discriminabilité ( $F(14, 210) = 2.37, p < .01$ ) et sur le critère de décision ( $F(14, 210) = 1.87, p < .05$ ). Nous allons donc décomposer l'effet du filtrage pour chaque bande (voir Figure 16).

Pour la catégorisation du genre, la discriminabilité est meilleure pour le visage entier puis pour les bandes 5, 4, 1, 3, 2, 6 et 7 (respectivement 0,98, 0,84, 0,83, 0,82, 0,79, 0,74, 0,71 et 0,49). La différence est significative entre le visage entier et toutes les bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 8.40, p < .05$ ) et elle est significativement inférieure pour la bande 7 par rapports aux autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 10.95, p < .01$ ). Aucune autre différence n'est significative. Le critère de décision ne diffère pas significativement entre le visage entier et les différentes bandes ou d'une bande à l'autre.

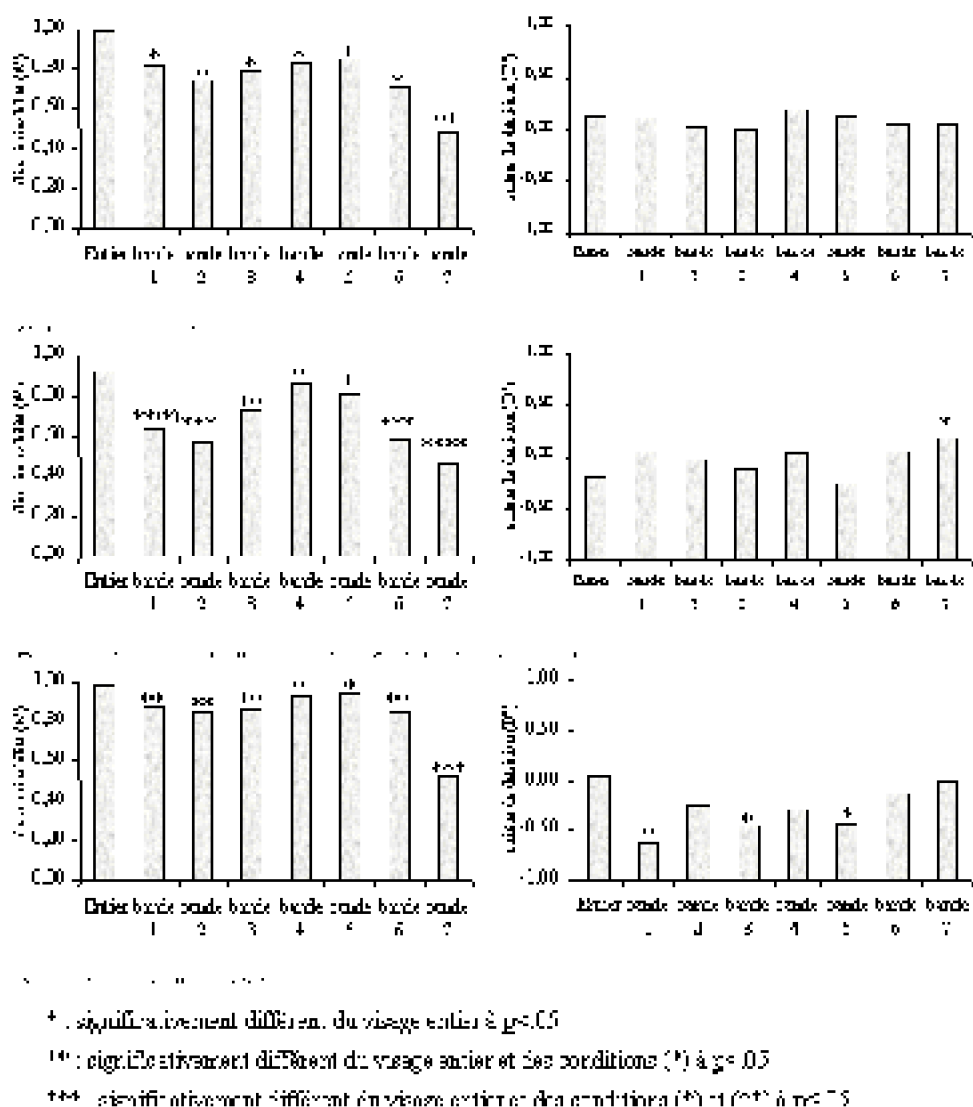


Figure 16 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B'') selon la tâche et le filtrage.

Pour la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle, la discriminabilité est meilleure pour le visage entier puis pour les bandes 4, 5, 3, 1, 6, 2 et 7 (respectivement 0,93, 0,87, 0,81, 0,73, 0,65, 0,58, 0,57 et 0,46). La discriminabilité est significativement meilleure pour le visage entier et moins bonne pour la bande 7 par rapport aux autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 7.27, p < 0.05$ ). La discriminabilité dans les bandes 4 et 5 ne diffère pas significativement et elle est meilleure que celle des autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 7.25, p < 0.05$ ). Finalement, la discriminabilité de la bande 3 est meilleure que celle des bandes 6 et 2 (plus petite différence :  $F(1, 15) = 18.33, p < 0.001$ ). Aucune autre différence n'est significative. Le critère est plus strict pour la bande 7 puis pour les bandes 1, 6, 4, 2, 3, le visage entier et la bande 5 (respectivement 0,19, 0,06, 0,04, 0,03, -0,03, -0,11, -0,19 et -0,26). Le critère est significativement moins strict dans la bande 5 que dans les bandes 7, 1, 6, 4, 2 (plus petite différence :  $F(1, 15) = 4.65, p < 0.05$ ) mais pas que dans la bande 3 et le visage entier. Il est aussi significativement moins strict pour le visage entier que pour la bande 7 ( $F(1, 15) = 8.48,$

$p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative.

Pour l'appariement d'identité, la discriminabilité est meilleure pour le visage entier puis pour les bandes 4 et 5, 1, 3, 6, 2 et 7 (respectivement 0,98, 0,93, 0,93, 0,87, 0,86, 0,85, 0,84 et 0,52). La discriminabilité est significativement meilleur pour le visage entier et moins bonne pour la bande 7 par rapport aux autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 8.03, p < .05$ ). La discriminabilité des bandes 4 et 5 est significativement meilleure que celle de toutes les autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 4.72, p < .05$ ). Aucune autre différence n'est significative. Le critère de décision est plus strict pour le visage entier, puis pour les bandes 7, 6, 2, 4, 5, 3 et 1 (respectivement 0,04, -0,02, -0,12, -0,26, -0,29, -0,42, -0,45 et -0,63). Il est significativement plus strict pour le visage entier que pour les bandes 1, 3, 5 (plus petite différence :  $F(1, 15) = 8.58, p < .05$ ) et ne diffère pas significativement des bandes 2, 4, 6 et 7. Les bandes 7 et 6 donnent lieu à un critère significativement plus strict que la bande 1 ( $F(1, 15) = 9.57, p < .01$ ). La bande 6 donne lieu à un critère plus stricte que la bande 3 (plus petite différence : ( $F(1, 15) = 11.91, p < .01$ ). La bande 1 donne lieu à un critère moins stricte que toutes les autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 5.75, p < .05$ ) sauf les bandes 3 et 5. Aucune autre différence n'est significative.

La familiarité n'a pas d'effet simple sur la discriminabilité ( $F(1, 15) = .10$ ) ou le critère de décision ( $F(1, 15) = .80$ ). Par contre, elle interagit avec le filtrage sur la discriminabilité ( $F(7, 105) = 3.11, p < .01$ , voir Figure 17) mais pas sur le critère ( $F(7, 105) = .49$ ). Cette interaction indique que la discriminabilité est meilleure pour les visages connus que pour les visages inconnus dans la bande 6 (0,74 vs. 0,68 ;  $F(1, 15) = 4.90, p < .05$ ). La différence n'est pas significative dans les autres bandes.

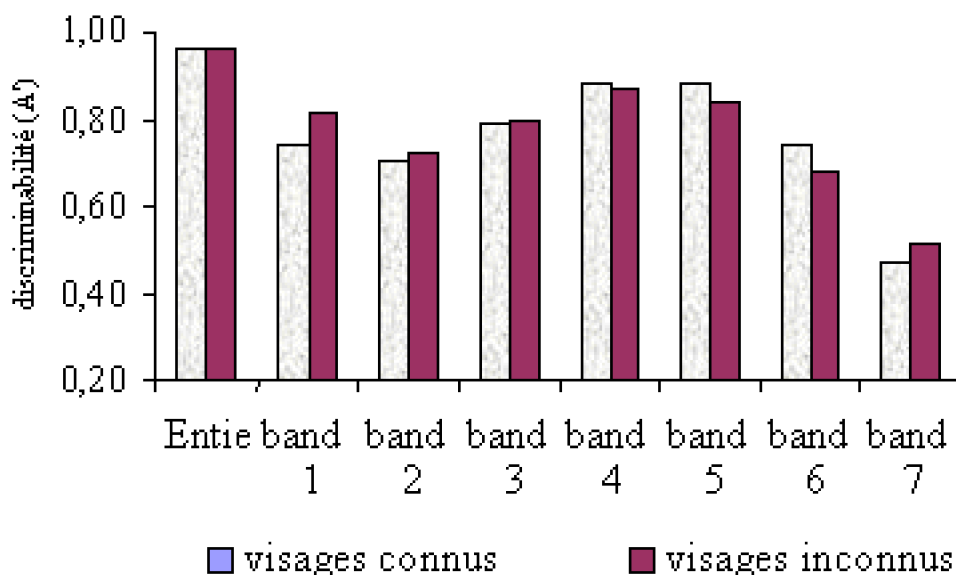


Figure 17 : Discriminabilité (A') selon le filtrage et la familiarité.

### I.2.2. Latence des réponses correctes : ...

la performance pour la bande 7 est au niveau du hasard, quelle que soit la tâche. Nous avons donc écarté cette bande et nous avons appliqué une analyse de variance ( $3 \times 2 \times 7$ ) sur la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont la tâche (catégorisation du genre vs. reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle vs. appariement d'identité), la familiarité (connu vs. inconnu) et le filtrage (visage entier vs. bande 1 à 6). Toutes ces variables sont des variables intra-sujets. La latence de certains participants manquant dans certaines conditions, elles ont été remplacées par une valeur estimée : la demie somme de la latence moyenne du participant pour les autres conditions et de la latence moyenne de tous les participants pour la condition où la latence manque. Cette opération concerne 6 données sur un total de 672, soit 0,9% des données. Les moyennes et écart-types par condition sont présentés dans le Tableau 7.

La tâche a un effet significatif sur la latence des réponses correctes ( $F(2, 30) = 20.62, p < .0001$ ). Les participants répondaient plus lentement lors de la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle que lors de la catégorisation du genre (1539 ms vs. 987 ms ;  $F(1, 15) = 21.63, p < .001$ ) et de l'appariement d'identité (1539 ms vs. 1013 ms ;  $F(1, 15) = 26.57, p < .001$ ). Ces deux dernières conditions ne diffèrent pas significativement.

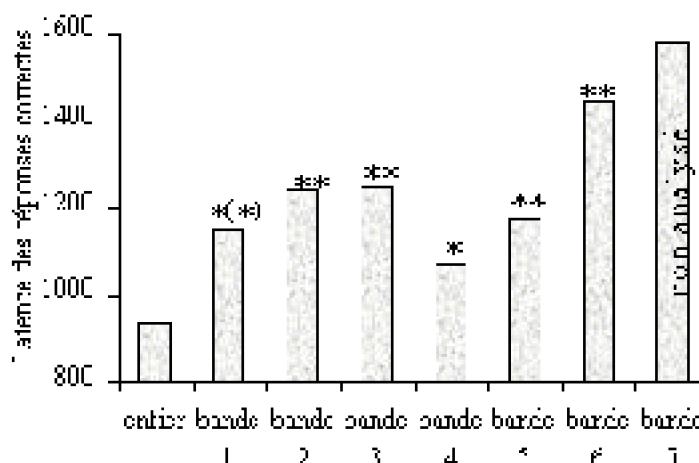
Le filtrage a un effet significatif sur la latence ( $F(6, 90) = 17.31, p < .0001$ ) (voir Figure 18). Elle est plus rapide lorsque le visage est entier puis pour les bandes 4, 1, 5, 2, 3 et 6 (respectivement 935 ms, 1068 ms, 1149 ms, 1170 ms, 1242 ms, 1248 ms et 1446 ms). Le visage entier donne lieu à des réponses correctes plus rapides que n'importe quelle bande (plus petite différence :  $F(1, 15) = 11.91, p < .01$ ). La bande 4 donne lieu à des réponses plus rapides que les autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 9.94, p < .01$ ) sauf la bande 1. La bande 6 donne lieu à des réponses plus lentes que toutes les autres bandes (plus petite différence :  $F(1, 15) = 13.11, p < .01$ ). Aucune autre différence n'est significative. Par ailleurs, l'interaction entre la tâche et le filtrage n'est pas significative pour leur latence ( $F(12, 180) = .54$ ). Aucun autre effet n'est significatif.

**Tableau 7 : Pourcentage (%) et latence (ms) des réponses correctes selon la tâche, la familiarité et le filtrage.**

## Reconnaissance du visage, expression et genre

Filtrage	Aucun	1	2	3	4	5	6	7	
Catégorisation du genre	<u>Visages connus :</u>								
	Pourcentage	72,9	70,3	69,8	80,2	89,1	70,8	47,4	
		(5,2)	(22,3)	(20,4)	(15,8)	(21,9)	(17,4)	(24,5)	(13,9)
	Latence (ms)	732	930	1056	1092	869	1026	1382	1684
		(109)	(290)	(367)	(499)	(345)	(375)	(913)	(1169)
	<u>Visages inconnus</u>								
	:								
	Pourcentage	79,2	68,8	74,5	79,2	75,0	64,1	50,5	
		(7,3)	(16,4)	(21,8)	(21,8)	(22,2)	(23,6)	(27,3)	(14,4)
	Latence (ms)	724	984	1015	1010	906	948	1145	1754
	(126)	(355)	(441)	(516)	(253)	(297)	(498)	(961)	
Reconnaissance de l'expression émotionnelle	<u>Visages connus :</u>								
	Pourcentage	38,0	38,0	56,3	75,5	59,9	39,6	26,6	
		(6,8)	(22,8)	(18,5)	(15,1)	(18,4)	(17,0)	(26,8)	(29,2)
	Latence (ms)	1364	1461	1543	1608	1453	1505	1789	1379
		(638)	(538)	(499)	(918)	(588)	(472)	(542)	(957)
	<u>Visages inconnus</u>								
	:								
	Pourcentage	41,2	39,1	60,9	79,2	66,1	32,8	24,5	
		(10,2)	(22,6)	(14,2)	(19,2)	(15,8)	(14,1)	(19,4)	(26,8)
	Latence (ms)	1333	1535	1596	1545	1355	1502	1955	1554
	(522)	(675)	(878)	(525)	(634)	(574)	(571)	(940)	
Appariement d'identité	<u>Visages connus :</u>								
	Pourcentage	66,1	67,7	69,3	87,0	90,6	78,1	17,7	
		(9,1)	(21,4)	(24,5)	(19,9)	(20,2)	(12,1)	(17,2)	(12,9)
	Latence (ms)	725	945	1091	1170	876	965	1198	1535
		(100)	(216)	(309)	(239)	(182)	(209)	(273)	(810)
	<u>Visages inconnus</u>								
	:								
	Pourcentage	59,4	62,0	59,9	78,6	77,6	72,4	24,5	
		(10,0)	(24,7)	(27,4)	(24,6)	(15,2)	(14,8)	(22,5)	(19,4)
	Latence (ms)	734	1038	1149	1059	947	1077	1209	1488
	(94)	(221)	(495)	(221)	(270)	(252)	(334)	(616)	
( ) : écart-type									





\* significativement différent du visage entier: à  $p < 0,05$

\*\* significativement différent du visage entier et des conditions (\*) à  $p < 0,05$

Figure 18 : Latence (ms) des réponses correctes selon le filtrage

Cette expérience a permis plusieurs observations. Tout d'abord, l'expression faciale émotionnelle est moins discriminable que le genre, ce dernier étant moins discriminable que l'identité. De plus, le critère est moins strict pour une décision sur l'identité que pour les deux autres informations qui, elles, ne diffèrent pas.

Une deuxième observation est que le filtrage affecte la discriminabilité de l'information faciale. Si on considère simultanément les trois informations, elles sont plus discriminables dans les bandes 4 et 5, c'est à dire pour des fréquences spatiales s'étendant de 1,20 à 6  $cy/^\circ$ . De plus, la discriminabilité est meilleure dans la bande 3 (0,70 à 1,20  $cy/^\circ$ ) que dans les bandes 2 (0,35 à 0,70  $cy/^\circ$ ) et 6 (6 à 11  $cy/^\circ$ ). La bande 1 (< 0,35  $cy/^\circ$ ) permet aussi une discriminabilité supérieure à celle de la bande 2. La latence des réponses correctes tend à augmenter progressivement au fur et à mesure qu'on progresse vers les hautes fréquences, mais avec un infléchissement pour les bandes 4 et 5. Les réponses sont d'ailleurs plus rapides dans la bande 4 (i.e., pour des fréquences qui s'étendent de 1,2 à 3  $cy/^\circ$ ) que dans quasiment toutes les autres bandes, y compris la bande 5 (seule la bande 1 fait exception).

L'interaction avec la tâche indique néanmoins qu'il existe des variations dans ce pattern de données, au moins pour la discriminabilité. Pour les trois informations, les bandes 4 et 5 sont bien celles où l'information est la plus discriminable. Cependant, ces deux bandes ne diffèrent pas significativement des autres bandes lors de la catégorisation du genre, même s'il existe quelques tendances. En fait, les performances et la discriminabilité dans les autres bandes atteignent un niveau très satisfaisant, proche du niveau atteint dans les bandes 4 et 5 (à l'exception, bien sur, de la bande 7). Pour l'expression faciale émotionnelle, les bandes 4 et 5 sont toujours celles qui permettent la

meilleure discriminabilité et la bande 3 occupe une place intermédiaire entre ces deux bandes et les autres. Pour l'appariement d'identité, on observe encore une supériorité les bandes 4 et 5 et les autres bandes ne se distinguent pas. La bande 7 ne permet pas de réaliser la tâche quelle que soit l'information.

Une troisième observation est un effet de la familiarité sur la discriminabilité de l'information faciale en interaction avec le filtrage. Dans ce dernier cas, l'information faciale, quelle qu'elle soit, est plus discriminable sur un visage connu plutôt qu'inconnu, mais uniquement dans la bande 6. Cette observation ne peut pas s'expliquer en invoquant une différence dans le matériel utilisé pour les deux types de familiarité puisque l'effet n'apparaît pas pour les autres bandes et, surtout, pour le visage entier.

## II. Conclusions

La manipulation des fréquences spatiales mène à des conclusions similaires à celles faites en manipulant les caractéristiques faciales (Chapitre 4) : de la même manière qu'il existe un recouvrement de caractéristiques faciales, il existe aussi un recouvrement des gammes de fréquences spatiales qui permettent le mieux de reconnaître les différentes informations du visage. Au niveau fréquentiel, les fréquences oscillant de 1,20 à 6 cy/° sont celles qui permettent le mieux de discriminer toute information sur le visage, celles oscillant de 1,20 à 3 cy/° permettant de la traiter le plus rapidement. Cette observation confirme ce qui a déjà été observé pour la reconnaissance du visage et le généralise à d'autres informations telles que le genre et l'expression faciale émotionnelle. Les autres gammes de fréquences peuvent néanmoins permettre la reconnaissance de l'information faciale, mais leur efficacité dépend, cette fois-ci, de l'information en question. Le genre peut être correctement catégorisé à travers l'ensemble des fréquences visibles. Ceci est très probablement lié à la grande diversité des caractéristiques du visage qui peuvent servir de base à une catégorisation correcte. On peut d'ailleurs noter que ces caractéristiques sont représentées dans l'ensemble des gammes de fréquences. Certaines indices, tels que le volume ou le style de coiffure ainsi que la forme globale du visage, sont perceptibles dans des gammes de fréquence très basses. D'autres, au contraire, ne peuvent être perçus avec précision que sur la base de hautes fréquences spatiales. C'est le cas, par exemple, de la distance entre le sourcil et l'oeil. L'étendue des fréquences permettant de réaliser correctement la tâche de catégorisation du genre peut donc refléter la diversité des indices pertinents. De même, pour l'appariement d'identité, l'ensemble des gammes de fréquence permet de réaliser correctement la tâche, même si le niveau de discriminabilité obtenu pour les fréquences de 1,20 à 6 cy/° est plus élevé. Il apparaît donc, ici aussi, que les autres gammes de fréquences apportent des informations susceptibles de permettre un appariement correct. Pour l'expression faciale émotionnelle, la discriminabilité pour les fréquences autres que celles oscillant entre 1,2 et 6 cy/° chute fortement, avec néanmoins un niveau intermédiaire pour celles qui s'étendent de 0,70 à 1,20 cy/° (bande 3). L'émotion du visage ne peut donc être bien discriminée qu'à travers un nombre plus restreint de fréquences. Les faibles variations de la forme du visage lors

de l'expression d'un état émotionnel, ainsi que l'absence massive d'indices émotionnels apportés par la chevelure, expliquent très certainement que les plus basses fréquences donnent lieu à des performances très faibles.

Il est possible d'esquisser un parallèle entre les observations que nous venons de rapporter et celles relatées lors du Chapitre 4. Le fait que la reconnaissance d'une information soit meilleure dans une gamme de fréquences indique que c'est dans cette gamme que sont représentées les caractéristiques du visage qui permettent de reconnaître cette information. Ainsi, on peut suggérer que les informations configurales sont représentées dans des gammes de fréquences oscillant entre 1,20 et 6  $\text{cy}/^\circ$ . On peut aussi suggérer que les informations de surface sont représentées dans des gammes de fréquences jusqu'à 1,20  $\text{cy}/^\circ$ .

Enfin, le fait que la familiarité améliore la discriminabilité de l'information du visage pour des fréquences oscillant de 6 à 11  $\text{cy}/^\circ$ , qu'il s'agisse du genre, de l'expression faciale émotionnelle ou de l'identité, est un résultat "surprenant". Cette observation n'est pas en accord avec l'hypothèse d'indépendance entre la reconnaissance du visage et la catégorisation du genre ou le traitement de l'expression faciale émotionnelle (e. g., Bruce & Young, 1986). Selon cette hypothèse, seule la discriminabilité de l'identité aurait dû être affectée. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question.

Nous avons jusqu'ici présenté des recherches qui tentent de déterminer, d'une manière essentiellement descriptive, les caractéristiques du visage et les bandes de fréquences qui permettent d'extraire certaines informations faciales. Certains résultats sont *troublants*, du moins si on se place dans le cadre théorique de l'hypothèse d'indépendance des processus sous-jacents. Tout d'abord, les différentes manipulations que nous avons effectuées pour perturber ces processus ont quasiment un impact d'amplitude similaire quelle que soit l'information faciale. De plus, la familiarité du visage favorise la discriminabilité de l'information faciale pour certaines fréquences spatiales, là encore quelle qu'elle soit. Ce dernier effet est attendu lorsque la tâche porte sur l'identité, et il a déjà été observé (e. g., Bruce, 1982 ; Campbell et al., 1996 ; Young et al., 1986b). Mais il n'est pas attendu lorsqu'elle porte sur une autre information. La familiarité résulte d'un processus d'identification du visage qui est supposé modulaire et, donc, indépendant des processus chargés d'accéder à d'autres informations faciales comme le genre ou l'expression (cf. Bruce & Young, 1986). Or, nos résultats indiquent que la familiarité favorise la discriminabilité de l'information faciale quelle qu'en soit la nature. Dans les chapitres qui suivent, nous allons donc étudier plus précisément cette hypothèse d'indépendance et les solutions alternatives qui peuvent lui être opposées.



## Chapitre 6 : Influence du sourire et du genre sur la reconnaissance du visage

Les deux premières expériences que nous allons rapporter ont fait l'objet d'une publication et d'une communication orale :

· Baudouin, J.-Y., Gilibert, D., Sansone, S., & Tiberghien, G. (2000). When smile is a cue to familiarity. Memory, 8, 285-292.

· Sansone, S., Baudouin, J.-Y., Gilibert, D., & Tiberghien, G. (1996). Smiling faces look more familiar. The Second International Conference on Memory (ICOM 2). Padova (Italie) : Juillet 1996.

Les deux expériences suivantes ont fait l'objet d'une communication orale :

· Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (2000). The gender is a key to face recognition. XXVII International Congress of Psychology (IUPsyS). Stockholm (Suède) : Juillet 2000.

L'objectif des quatre expériences que nous allons rapporter est de mettre à l'épreuve l'hypothèse selon laquelle les processus de reconnaissance du visage peuvent être influencés par des informations faciales sensées extraites par des modules indépendants.

Deux types d'information ont été manipulés, l'expression faciale émotionnelle et le genre. L'expression est une information très variable chez un même individu. La reconnaissance de l'individu nécessite donc de ne pas la prendre en compte. Le genre, au contraire, est une information très stable. Il est même une des caractéristiques sémantiques des personnes familières. Il devrait donc aider à leur reconnaissance.

Les deux premières expériences ont pour objectif d'explorer les relations entre le traitement de l'expression faciale émotionnelle et l'accès à la familiarité d'un visage en examinant si l'expression émotionnelle affecte la décision de familiarité. Certaines études ont montré que le sourire influence significativement la reconnaissance des visages, principalement en l'améliorant (e. g., N. Endo et al., 1992; Kottor, 1989; Sansone & Tiberghien, 1994). Mais d'autres auteurs n'ont observé aucun effet de l'expression émotionnelle (e. g., Bruce, 1982 ; Young et al., 1986b). Comme nous l'avons souligné, cet échec peut tenir à la manière dont l'expérience est construite. Notamment, des durées de présentation élevées et l'absence de contraintes sur le traitement peuvent permettre aux participants d'écarter facilement les informations expressives, ces dernières n'étant pas pertinentes pour la reconnaissance du visage.

Pour tester cette hypothèse, des visages souriants et neutres ont été présentés pendant 15 ms. L'utilisation d'un temps de présentation court, en comparaison à un temps long, tend à augmenter le nombre de fausses alarmes (Shepherd, Gibling, & Ellis, 1991). De plus, un temps si court interdit tout mouvement oculaire et, donc, toute exploration du visage. Or, Bloom et Mudd (1991) ont observé que le nombre de déplacements oculaires augmente avec la "profondeur" du traitement effectué par le participant. Une durée de présentation en 15 ms devrait donc donner lieu à plus de fausses alarmes et gêner l'extraction de la familiarité d'un visage. Une influence de l'expression émotionnelle - si elle est possible - devrait pouvoir être observée dans ces conditions.

## I. Influence du sourire sur la décision de familiarité (Expérience 3)

Des visages célèbres et inconnus ont été présentés aux participants pendant 15 ms ou 1000 ms. La tâche de ces derniers était de dire le plus rapidement possible s'il s'agissait de visages familiers ou non.

### I.1. Méthode

---

#### I.1.1. Participants : ....

il s'agissait de 48 étudiants de l'Université Pierre Mendès-France de Grenoble. Tous avaient une vue normale ou corrigée.

#### I.1.2. Matériel : ....

les photographies en noir et blanc de 20 personnes célèbres et de 20 personnes inconnues ont été utilisées. Lors d'expériences précédentes (Baudouin, 1995 ; Baudouin et al., 1996 ; Sansone et al., 1995), 105 participants avaient jugé la familiarité de ces visages. Chaque visage de célébrité a été jugé familier dans plus de 80% des cas (moyenne = 96,88%, écart-type = 4,97). Pour chaque personne, nous disposions de deux photographies, une où elle sourit et une où son expression est neutre.

### **I.1.3. Procédure : ...**

chaque participant recevait un total de 80 essais, comprenant la présentation de 40 personnes (20 célèbres et 20 inconnues) avec deux expressions possibles (neutre et souriante). Tous les visages étaient présentés pendant 15 ms ou 1000 ms selon le groupe dans lequel était assigné le participant. Les essais étaient séparés en deux sessions. Lors de la première session, toutes les personnes étaient présentées une fois, la moitié souriante et l'autre neutre. Lors de la seconde session, elles étaient toutes à nouveau présentées mais avec l'autre expression. La tâche était d'appuyer le plus rapidement possible sur une clé de réponse lorsque le visage était familier et sur une autre lorsqu'il ne l'était pas. L'ordre de présentation des deux sessions ainsi que la position droite ou gauche des clés de réponse étaient contrebalancés à travers les participants. L'ordre de présentation des visages à l'intérieur de chaque session était aléatoire. Chaque essai commençait par la présentation d'un point de fixation au centre de l'écran pendant 300 ms. Les essais étaient séparés d'un intervalle de 4 secondes. Avant la passation de l'expérience, les sujets réalisaient un entraînement avec 20 visages (10 célébrités et 10 inconnus, la moitié souriant et l'autre neutre).

## **I.2. Résultats**

---

### **I.2.1. Pourcentage et latence des réponses correctes : ...**

une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été appliquée sur le pourcentage et la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont le temps de présentation (15 ms vs. 1000 ms), la familiarité (célèbre vs. inconnu) et l'expression (neutre vs. souriant). La première variable est une variable inter-sujets alors que les deux autres sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart types par conditions sont présentés dans le Tableau 8.

**Tableau 8 : Pourcentages moyens (%) et latences moyennes (ms) des réponses correctes selon la familiarité et l'expression des visages lors d'une tâche de décision de familiarité.**

Familiarité :	Célèbre				Inconnu			
	Neutre		Souriant		Neutre		Souriant	
15 ms : %	58,8	(10,5)	62,3	(13,9)	70,4	(16,9)	64,4	(19,2)
ms	894	(207)	903	(182)	1049	(285)	1053	(281)
1000 ms : %	85,4	(12,7)	84,4	(12,9)	90,8	(8,3)	87,7	(9,6)
ms	677	(90)	676	(95)	755	(116)	752	(97)

( ) : écart-type

La familiarité des visages a un effet significatif sur le pourcentage et la latence des réponses correctes. Les visages célèbres étaient moins souvent jugés familiers que n'étaient rejetés les visages inconnus (72,7% vs. 78,3% ;  $F(1, 46) = 4.17, p < .05$ ) mais les participants répondaient correctement plus rapidement pour les visages célèbres (788 ms vs. 902 ms ;  $F(1, 46) = 36.65, p < .001$ ). Le temps de présentation a aussi un effet sur le pourcentage et la latence des réponses correctes. Les participants se trompaient moins et répondaient plus rapidement lorsqu'ils voyaient les visages pendant 1000 ms plutôt que pendant 15 ms (87,1% vs. 64% ;  $F(1, 46) = 120.43, p < .001, 715$  ms vs. 975 ms ;  $F(1, 46) = 30.59, p < .001$ ). L'interaction entre la familiarité et l'expression est significative pour le pourcentage ( $F(1, 46) = 4.45, p < .05$ ), mais pas pour la latence. Cette interaction indique que les participants se trompaient moins souvent pour les visages inconnus neutres que pour les visages inconnus souriants (80,6% vs. 76% ;  $F(1, 46) = 5.49, p < .05$ ), la différence n'étant pas significative entre les visages célèbres neutres et souriants (72,1% vs. 73.3%). En d'autres termes, un visage inconnu est plus souvent jugé familier s'il sourit plutôt que d'être neutre. Les autres interactions ne sont pas significatives, notamment, et contrairement à notre hypothèse, celles impliquant le temps de présentation.

### 1.2.2. Discriminabilité A' et critère de décision B'' : ....

nous avons calculé les indices de discriminabilité A' et de critère de décision B'' de la théorie de la détection du signal. La tâche étant de dire si le visage est familier ou non, la condition de signal correspond aux conditions où les visages sont familiers, le bruit correspondant aux conditions où les visages sont inconnus. Une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été appliquée sur A' et B''. Les variables analysées sont le temps de présentation (15 ms vs. 1000 ms) et l'expression (neutre vs. souriant). La première variable est une variable inter-sujets alors que la seconde est une variable intra-sujets. Les moyennes et écart types par conditions sont présentés dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B'') moyens selon la familiarité et l'expression des visages lors d'une tâche de décision de familiarité.

Expression :	Discriminabilité		Critère de décision	
	Neutre	Souriant	Neutre	Souriant



	Discriminabilité				Critère de décision			
:								
15 ms :	0,73	(0,09)	0,70	(0,14)	0,16	(0,26)	0,07	(0,27)
1000 ms :	0,93	(0,04)	0,92	(0,07)	0,14	(0,72)	0,07	(0,58)
( ) : écart-type								

Le temps de présentation a un effet significatif sur A', la discriminabilité de la familiarité étant meilleure lorsque les visages étaient présentés pendant 1000 ms plutôt que 15 (0,92 vs. 0,71 ;  $F(1, 46) = 78.35, p < .0001$ ). L'expression a aussi un effet significatif sur A' : la discriminabilité de la familiarité des visages neutres est meilleure que celle des visages souriants (0,83 vs. 0,81 ;  $F(1, 46) = 4.29, p < .05$ ). Ces deux facteurs n'interagissent pas sur A'. Aucun effet n'est significatif pour B''.

Les résultats de cette expérience indiquent que la décision de familiarité est influencée par l'expression émotionnelle : un visage inconnu souriant est jugé plus souvent familier - de manière erronée - que le visage de la même personne, mais avec une expression neutre. Pour les visages familiers (i.e., célèbres), l'influence du sourire n'émerge pas. Une explication possible de cette dernière observation peut tenir à la nature de la décision et au temps de traitement des visages célèbres. Comme l'indiquent nos résultats, une décision de familiarité est fournie plus rapidement qu'une décision de non-familiarité<sup>29</sup>. Il apparaît donc qu'une décision de familiarité est rendue dès que le système dispose de suffisamment d'informations pour conclure à la familiarité, alors qu'une décision de non-familiarité n'est rendue que lorsque le système a suffisamment traité le visage pour conclure qu'il n'y a aucune information de familiarité. Dans ce dernier cas, la conclusion est rendue moins rapidement. On peut donc suggérer qu'aucun effet du sourire n'est observé pour les visages célèbres car la rapidité de la décision les concernant ne laisse pas le temps au système de décision d'intégrer la présence d'un sourire. Dans le cas contraire, lorsque le visage est inconnu, un processus de recherche d'informations susceptibles d'augmenter la familiarité intervient. Si ce processus échoue, le visage est jugé non familier. A ce niveau, le sourire peut être faussement pris pour une indication de familiarité. L'observation d'un effet de l'expression au niveau de la discriminabilité seule éclaire les modalités d'influence du sourire : il rend la familiarité moins discriminable.

Contrairement à notre attente, l'effet de l'expression ne dépend pas du temps de présentation : le biais du sourire pour les visages inconnus n'interagit pas avec le temps dont disposent les sujets pour explorer le visage. Loin de discréditer nos hypothèses, ce résultat indique que l'effet de l'expression ne se manifeste pas uniquement dans des conditions difficiles (i.e., présentation de 15 ms).

Comme nous l'avons souligné, l'absence de biais du sourire pour les visages familiers n'indique pas forcément que le traitement de ce type de visage s'opère indépendamment de l'expression émotionnelle. Cette absence de biais pourrait plutôt tenir à la nature de la tâche : demander simplement aux participants de fournir une décision binaire de type "oui/non" revient à lui demander de répondre dès qu'il juge que le visage

<sup>29</sup> La même observation est fréquemment rapportée dans la littérature (voir, par exemple, Young et al., 1986b).

est familier. La décision peut donc être fournie dès qu'il dispose de suffisamment d'information. Le biais du sourire a alors un effet négligeable, qui n'apparaît pas statistiquement et qui, de plus, va dans le sens de la décision finale qui est que le visage est familier. On peut néanmoins se demander si l'intensité de la familiarité des visages célèbres n'est pas plus forte lorsqu'ils sourient. Pour tester cette hypothèse, une seconde expérience a été réalisée, sur le même modèle que la première mais en demandant aux participants de moduler leur décision de familiarité. Un biais du sourire devrait se manifester par un sentiment de familiarité plus fort pour les visages souriants, qu'ils soient inconnus ou célèbres.

## II. Influence du sourire sur l'évaluation de familiarité (Expérience 4)

### II.1. Méthode

---

#### II.1.1. Participants : ....

il s'agissait de 48 étudiants de l'Université Pierre Mendès-France de Grenoble. Tous avaient une vue normale ou corrigée.

#### II.1.2. Matériel et procédure : ...

le matériel est celui de l'expérience précédente. La procédure est la même, mis à part que les participants devaient rapporter leur sentiment de familiarité à l'aide d'une échelle de 1 (totalement inconnu) à 7 (très familier). Ils n'avaient aucune contrainte temporelle pour donner leur réponse. Cette dernière se faisait sur le clavier de l'ordinateur.

### II.2. Résultats

---

Une analyse de variance ( $2 \times 2 \times 2$ ) a été appliquée aux réponses des sujets. Les variables analysées sont le temps de présentation (15 ms vs. 1000 ms), la familiarité (célèbre vs. inconnu) et l'expression (neutre vs souriant). La première variable est une variable inter-sujets alors que les deux autres sont des variables intra-sujets. Les évaluations moyennes sont rapportées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Sentiment moyen de familiarité (1-7) en fonction de la familiarité et de l'expression du visage lors d'une tâche d'évaluation de la familiarité.

Familiarité :	Célèbre		Inconnu	
	Neutre	Souriant	Neutre	Souriant
Expression				

Familiarité :	Célèbre				Inconnu			
15 ms :	4,2	(0,7)	4,4	(0,8)	2,9	(0,9)	3,2	(1)
1000 ms :	6,2	(0,7)	6,2	(0,8)	2	(0,5)	2,2	(0,6)
( ) : écart-type								

La familiarité a un effet significatif, les visages célèbres étant jugés plus familiers que les visages inconnus (5,2 vs. 2,6 ;  $F(1, 46) = 417.91, p < .001$ ). Le temps de présentation a aussi un effet significatif, les visages étant jugés plus familiers lorsqu'ils étaient présentés pendant 1000 ms plutôt que pendant 15 ms (4,1 vs. 3,7 ;  $F(1, 46) = 7.72, p < .01$ ). L'interaction entre ces deux facteurs est, elle aussi, significative ( $F(1, 46) = 117.28, p < .001$ ) : augmenter le temps de présentation a augmenté le sentiment de familiarité pour les visages célèbres (de 4,3 à 6,2 ;  $F(1, 46) = 86.13, p < .001$ ) mais l'a diminué pour les visages inconnus (de 3 à 2,1 ;  $F(1, 46) = 20.80, p < .001$ ). L'expression a aussi un effet significatif : le sentiment de familiarité était plus élevé lorsque les visages étaient souriants plutôt que neutres (4,0 vs. 3,8 ;  $F(1, 46) = 7.73, p < .01$ ). Aucun autre effet significatif n'est observé et, en particulier, l'expression n'interagit ni avec la familiarité ni avec le temps de présentation. De même, l'interaction globale n'est pas significative.

Les résultats de cette expérience confirment et généralisent ceux de l'expérience précédente : le sourire augmente le sentiment de familiarité induit par un visage. Ce biais du sourire ne se manifeste plus seulement pour les visages inconnus, mais aussi pour les visages célèbres. L'utilisation d'une échelle où le participant doit nuancer son sentiment de familiarité est donc bien un moyen plus sensible de mesure du biais du sourire. Notons, cependant, que le biais du sourire est d'une amplitude assez faible, puisqu'il ne se traduit que par une augmentation de 3,34% du sentiment de familiarité. Comme lors de l'expérience précédente, le temps de présentation du visage n'a aucun effet significatif sur le biais du sourire. Le Tableau 10 indique cependant que pour les visages célèbres présentés pendant 1000 ms, le sentiment de familiarité est exactement le même que les visages soient souriants ou neutres (6,2). Le biais du sourire n'apparaît, sur les moyennes, que pour les visages célèbres présentés pendant 15 ms et pour les visages inconnus quel que soit leur temps de présentation.

### III. Sourire et familiarité : quelques conclusions

L'observation d'une augmentation des fausses alarmes pour des visages inconnus qui sourient et du sentiment de familiarité pour des visages célèbres et inconnus souriants implique qu'il existe une relation entre le traitement de la familiarité et le traitement de l'expression faciale émotionnelle. A quel moment du traitement de la familiarité l'expression émotionnelle intervient-elle et comment de tels résultats peuvent-ils être interprétés par les modèles actuels de la reconnaissance des visages ? Selon Bruce et Young (1986), la reconnaissance de la familiarité dépend des unités de reconnaissance

faciale<sup>30</sup>. Ces auteurs ne proposent aucune connexion entre ce niveau et le traitement de l'expression faciale émotionnelle. Néanmoins, selon eux, les unités ne génèrent qu'un signal de ressemblance, la décision de familiarité finale relevant du système cognitif. Ce dernier reçoit, par ailleurs, des entrées de l'ensemble des modules de traitement de l'information faciale et, notamment, du module chargé de traiter l'expression faciale émotionnelle. Les résultats des deux expériences précédemment décrites indiquent que les entrées en provenance du module de traitement de l'expression, d'une part, orientent le système cognitif vers une décision de familiarité pour des visages inconnus (Expérience 3) et, d'autre part, augmentent le sentiment de familiarité envers un visage, qu'il soit effectivement familier ou non (Expérience 4). Nos résultats ne semblent donc pas exiger une modification structurelle profonde du modèle de Bruce et Young, mais ils démontrent que les décisions de familiarité ne dépendent pas uniquement d'informations relatives à l'identité et à la familiarité du visage. Au contraire, d'autres sources d'informations peuvent biaiser de telles décisions, l'une d'entre elles étant évidemment le sourire.

Les résultats sur les indicateurs de discriminabilité et de critère de décision soulèvent cependant une question : si le biais du sourire intervient au niveau de la décision, on devrait observer un effet sur B" et non sur A'. Or, c'est l'inverse qui est observé. Le fait que l'effet sur B" ne soit pas significatif ne démontre pas qu'il ne concerne pas la décision ; ce serait accepter l'hypothèse de nullité. Par contre, l'observation d'un effet significatif sur A' dans l'Expérience 3 indique que le sourire rend la familiarité moins discriminable. Il peut le faire de différentes manières. Tout d'abord, on peut penser qu'il gêne la perception des aspects invariants du visage (i.e., l'encodage structural) ce qui interfère sur l'appariement du stimulus avec une représentation mnésique. Mais cet effet devrait provoquer une diminution des reconnaissances correctes pour les visages familiers, ce qui ne correspond à nos résultats. On peut aussi suggérer que le sourire diminue la discriminabilité entre le stimulus et les représentations mnésiques : la différence ou distance entre les deux serait diminuée par la présence d'un sourire. Cette hypothèse est plausible si on considère que le sourire provoque une baisse générale du seuil d'activation des représentations mnésiques. Ce seuil étant abaissé, la reconnaissance sera favorisée pour les visages familiers et le sentiment de familiarité sera plus fort, mais la probabilité d'une fausse reconnaissance pour un visage inconnu augmentera aussi. Cette influence ne nécessite d'ailleurs pas de prévoir une connexion directe entre les processus de traitement de l'expression faciale émotionnelle et les représentations mnésiques : l'influence peut se faire par le biais du système cognitif qui, recevant une information de sourire, peut provoquer une baisse générale des seuils.

Une question est maintenant pourquoi le sourire augmente la familiarité du visage. Une des raisons possible est que la joie constitue sans doute une émotion particulière. Tout d'abord, c'est la seule émotion positive. Par ailleurs, de nombreuses recherches montrent qu'elle est plus facilement reconnue que les autres émotions, à la fois par des participants sains mais aussi par des patients présentant des atteintes cérébrales qui altèrent leur capacité de reconnaissance des expressions faciales émotionnelles (e. g., Braun et al., 1994). On peut donc suggérer que le sourire possède un statut tel qu'il induit

---

<sup>30</sup> Lors d'un développement ultérieur de ce modèle (Burton, Bruce, & Johnston, 1990), les décisions de familiarité dépendent des noeuds d'identité de la personne. Cependant, ce modèle n'intègre pas le traitement de l'expression faciale émotionnelle.

le sentiment de connaître ou de "mieux" connaître une personne. Une première réaction lorsqu'un inconnu nous sourit dans la rue n'est-elle pas de penser qu'il nous connaît et réciproquement ? Le biais du sourire peut, cependant, aussi s'expliquer d'un point de vue strictement informationnel. Dans les deux expériences que nous venons de rapporter, les visages sont souriants ou neutres. En d'autres termes, ils présentent une information émotionnelle additionnelle ou, au contraire, aucune information émotionnelle. On peut alors soutenir que c'est précisément la présence de cette information émotionnelle qui biaise les décisions du système cognitif. Dans ce cas, le biais ne tiendrait pas à la nature particulière du sourire et devrait s'observer aussi pour d'autres émotions. Nous ne sommes pas, actuellement, en mesure de départager ces deux hypothèses et des recherches ultérieures seront nécessaire à ce sujet.

Le genre d'un visage est, à la différence de l'expression, une information stable pour une personne donnée. De plus, selon les modélisations actuelles, le genre d'une personne connue peut être extrait par deux voies : l'analyse sémantique de la structure du visage et, pour les visages connus uniquement, l'accès aux informations sémantiques stockées en mémoire. La forte association entre le genre et l'identité d'une personne incite à penser que le genre est un constituant même de cette identité. On pourrait donc s'attendre à ce que le processus de catégorisation du genre soit, à tout le moins, un processus qui contribue à l'identification de la personne. Les recherches actuelles proposent une autre conception. Comme nous l'avons vu, différentes hypothèses ont été proposées pour expliquer les relations entre la catégorisation du genre et la reconnaissance des visages : 1) l'hypothèse d'une organisation séquentielle des processus selon laquelle le genre est catégorisé avant la reconnaissance (Ellis, 1986) ; 2) l'hypothèse d'une organisation en parallèle des processus ou les deux informations sont extraites indépendamment par deux processus distincts et modulaires (Bruce & Young, 1986). L'hypothèse de sérialité a rapidement été abandonnée car les données expérimentales l'ont généralement invalidé (e. g., Bruce et al., 1987). L'hypothèse de parallélisme est donc, actuellement, l'hypothèse dominante.

Cependant, la question de la relation entre la catégorisation du genre et la reconnaissance du visage reste posée. A l'heure actuelle, les données obtenues écartent clairement la possibilité d'une relation séquentielle entre ces processus. Néanmoins, de telles données ne démontrent pas, à proprement parler, que le genre n'intervient jamais dans les processus de reconnaissance. Notamment, on peut concevoir que la catégorisation du genre puisse intervenir dans la reconnaissance sans être ni systématique ni nécessaire. Cette hypothèse est plausible compte tenu du fait de la plus grande rapidité d'extraction du genre que de l'identité (Bruyer et al., 1993 ; Sergent, 1986a). Le genre peut donc potentiellement influencer l'identification. Les deux processus pourraient ainsi être organisés en "en cascade" (McClelland & Rumelhart, 1985), c'est à dire caractérisés par des vitesses différentes de traitement et une simultanéité partielle. Baudouin et Tiberghien (1999, 2000) ont ainsi décrit un effet du genre dans la reconnaissance des visages. Ils ont montré que, lors d'une tâche de recherche d'une personne célèbre parmi une liste de personnes inconnues, le temps mis pour rejeter un visage distracteur dépend à la fois du genre de ce distracteur et de celui de la célébrité recherchée. Par exemple, un visage distracteur féminin est rejeté plus rapidement si le

participant recherche Jacques Chirac plutôt que Claire Chazal. Lors d'une seconde expérience, ils ont utilisé des visages composites créés en mélangeant, par morphing, le visage d'une femme et celui d'un homme. Cette image "médiane" était alors présentée à des sujets évaluateurs qui devaient déterminer s'il s'agissait d'une femme ou d'un homme. Quatre photographies composites, deux attribuées à chaque genre, étaient ensuite présentées à de nouveaux participants qui, dans un premier temps, devaient les mémoriser puis, dans un second temps, devaient les rechercher parmi des visages distracteurs. Les visages distracteurs étaient des visages inconnus et les visages féminins et masculins ayant servi à créer le visage composite recherché. Ces derniers étaient donc physiquement aussi proches de la cible mais seul l'un d'eux avait le même genre. Les auteurs ont alors observé que les distracteurs sont rejetés plus rapidement lorsqu'ils n'ont pas le même genre que la personne recherchée, et ceci même s'ils sont physiquement aussi proches (i.e., visages d'origine). On peut cependant objecter à cette recherche que les visages composites utilisés, même s'ils avaient la même distance "euclidienne" ou "linéaire" aux deux visages d'origine, ne ressemblaient pas forcément autant à chacun deux au sens "psychophysique" du terme. Ainsi, par exemple, un nez moyennement tordu nous semblera probablement plus semblable à un nez très tordu qu'à un nez pas du tout tordu, même si la différence physique est strictement égale.

Les deux expériences que nous allons présenter maintenant sont des répliques des expériences de Baudouin et Tiberghien (1999, 2000). Mais, dans la première expérience, les participants ont réalisé une tâche complémentaire de catégorisation du genre des distracteurs. Les performances de rejets des distracteurs ont alors été comparées avec les performances de catégorisation du genre. L'objectif était de vérifier l'existence éventuelle d'un lien entre les performances de rejet des distracteurs et les performances de catégorisation de leur genre. Par ailleurs, les visages de nouvelles célébrités étaient utilisés. Dans la seconde expérience, nous utilisons des visages composites en tentant de palier aux objections possibles sur l'utilisation de transformations linéaires et euclidiennes.

## **IV. Influence de la catégorisation du genre sur la recherche d'une célébrité (Expérience 5)**

La tâche des participants était de rechercher les photographies d'une célébrité donnée parmi une liste de visages inconnus présentés les uns après les autres. Les célébrités recherchées comme les distracteurs étaient des femmes ou des hommes. L'hypothèse principale est que les distracteurs seront rejetés plus rapidement lorsqu'ils n'auront pas le même genre que la personne recherchée, ce que nous dénommons "effet du genre". Les participants réalisaient aussi une tâche de catégorisation du genre des distracteurs. L'hypothèse est que l'effet du genre sera d'autant plus fort que le genre des distracteurs est marqué, i.e. qu'il est facilement et rapidement catégorisé.

## IV.1. Méthode

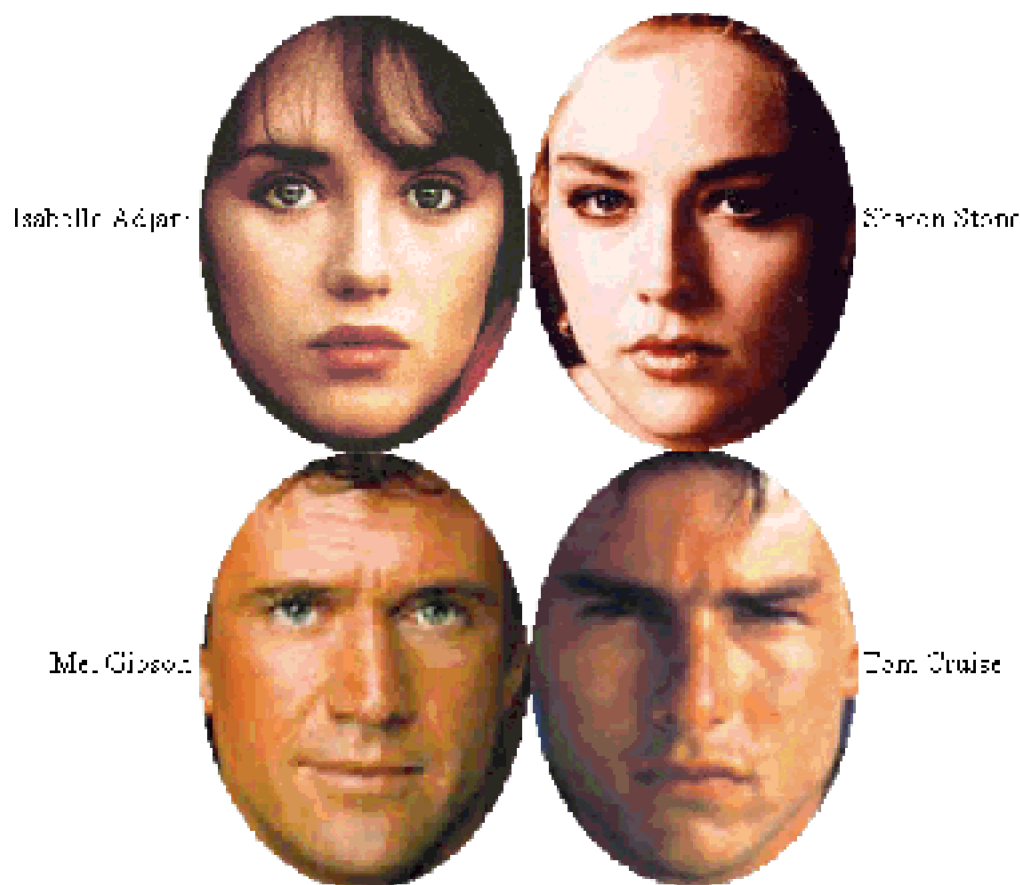
---

### IV.1.1. Participants :...

il s'agissait de 16 personnes (6 femmes et 10 hommes) âgées de 18 à 31 ans (âge moyen : 24,3 ans). Toutes avaient une vue normale ou corrigée.

### IV.1.2. Matériel :...

les photographies de 160 personnes inconnues (80 femmes et 80 hommes) ont été divisées en 4 groupes de 40 photographies comprenant chacun 20 femmes et 20 hommes. Ces photographies proviennent de bases de visages disponibles sur Internet ou de photographies personnelles. Aucune ne présente de signes distinctifs telles que des lunettes, une barbe ou des moustaches. Les photographies de 4 célébrités ont aussi été utilisées. Il s'agit d'Isabelle Adjani, Sharon Stone, Mel Gibson et Tom Cruise. Pour chacune de ces célébrités, 20 photographies différentes ont été recueillies sur Internet. Les informations du haut du corps et sur le style de coiffure ont été éliminées en plaçant les visages dans un médaillon (pour des exemples, voir Figure 19). Ce médaillon a une hauteur de 10 cm et une largeur de 7,5 cm. Deux photographies de Jacques Chirac et 4 photographies de personnes inconnues (2 femmes et 2 hommes) ont aussi été utilisées lors de la phase d'entraînement.



*Figure 19 : Personnes célèbres recherchées dans l'Expérience 5.*

#### **IV.1.3. Procédure : ....**

les participants étaient assis face à l'écran à une distance d'environ 70 cm. L'expérimentateur leur expliquait qu'ils auront à rechercher les photographies d'une personne célèbre dont il leur donnera le nom. Ils devaient répondre le plus vite possible, sans se tromper, en appuyant sur une touche du clavier lorsqu'ils voyaient la bonne personne et sur une autre lorsqu'il s'agissait d'une autre personne. Chaque essai commençait par la présentation pendant 500 ms d'un point de fixation, suivi d'un écran blanc durant 500 ms. Le visage apparaissait alors et restait présent jusqu'à ce que le participant réponde. Les essais étaient espacés d'une seconde. Après une phase d'entraînement, les participants recherchaient les 4 célébrités au cours de 4 sessions distinctes. Chaque session comprenait les 20 photographies de la célébrité recherchée et un des 4 groupes de visages distracteurs. L'ordre des 4 sessions, ainsi que le groupe de visages distracteurs associé à chaque célébrité étaient contrebalancés à travers les participants. Après l'expérience, les participants devaient réaliser une tâche de



catégorisation du genre. Les 4 groupes de visages distracteurs étaient présentés au cours de 4 sessions distinctes, dans le même ordre que lors de l'expérience. Les participants avaient pour consigne d'appuyer sur une touche, le plus rapidement possible, lorsque le visage appartenait à une femme et sur une autre touche lorsqu'il appartenait à un homme. Chaque essai avait la même structure que lors de la phase expérimentale précédente.

## IV.2. Résultats

Une analyse de variance (2 x 2) a été appliquée à la latence des rejets corrects des distracteurs. Le pourcentage de rejets corrects n'est pas présenté en raison de l'observation d'un effet plafond : les participants avaient des performances quasi-parfaites (99,65% de rejets corrects). Les variables analysées sont le genre de la personne recherchée (femme vs. homme) et le genre des distracteurs (femmes vs. hommes). Ces deux variables sont intra-sujets. Les moyennes et écart-types par condition sont présentés dans le Tableau 11. Pour information, les femmes célèbres recherchées ont été correctement reconnues dans 90,6% des cas avec une latence moyenne de 612 ms alors que les hommes ont été correctement reconnus dans 95,5% des cas avec une latence moyenne de 586 ms. La différence n'est pas significative au niveau de la latence mais, au niveau du pourcentage, les femmes célèbres ont été moins souvent reconnues que les hommes célèbres ( $F(1, 15) = 6.78, p < .05$ ).

Tableau 11 : Latence des rejets corrects (ms) des distracteurs selon leur genre et le genre de la personne recherchée.

Personne recherchée :	Femme		Homme	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Distracteurs :				
Moyenne (écart-type)	527 (75)	480 (59)	500 (63)	526 (66)

Le genre de la personne recherchée n'a pas d'effet significatif. Par contre, le genre des distracteurs a un effet significatif : les hommes étaient rejetés plus rapidement que les femmes (498 ms vs. 512 ms ;  $F(1, 15) = 4.94, p < .05$ ). De plus, l'interaction entre ces deux facteurs est significative ( $F(1, 15) = 44.99, p < .0001$ ) : alors que les distracteurs féminins étaient rejetés plus vite lorsque les participants recherchaient un homme plutôt qu'une femme (500 ms vs. 527 ms ;  $F(1, 15) = 8.02, p < .02$ ), les distracteurs masculins étaient, eux, rejetés plus rapidement lorsque les participants cherchaient une femme plutôt qu'un homme (480 ms vs. 526 ms ;  $F(1, 15) = 34.44, p < .0001$ ). De ce fait, les distracteurs masculins ont été rejetés plus rapidement que les distracteurs féminins lorsque la personne recherchée était une femme (480 ms vs. 527 ms ;  $F(1, 15) = 48.42, p < .0001$ ) alors que ce sont les distracteurs féminins qui étaient rejetés le plus rapidement lorsque la personne recherchée était un homme (500 ms vs. 526 ms ;  $F(1, 15) = 11.33, p < .01$ ).

Afin d'étudier l'association entre le temps de rejet et la féminité/masculinité des distracteurs, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson entre le

temps mis pour les rejeter et le temps mis pour catégoriser correctement leur genre. Donc, pour chaque distracteur, nous avons retenu son temps moyen de rejet et nous l'avons comparé à son temps moyen de catégorisation. Dans un premier temps, le coefficient de corrélation est calculé sans tenir compte du genre de la personne recherchée. Dans un second temps, nous distinguons le temps de rejet selon que le distracteur a ou non le même genre de la cible. Aucune de ces corrélations n'est significative (voir Tableau 12). Pour information, nous avons calculé les coefficients de corrélation en ne considérant que les visages dont le genre est le plus saillant (i.e., pourcentages de catégorisation les plus élevés ou latences les plus courtes). Ces coefficients ne sont pas significatifs que l'on considère les 80, 40 ou 20 distracteurs dont le genre est le plus saillant.

**Tableau 12 : Coefficients de corrélation de Bravais-Pearson (R) entre la latence des rejets corrects et le pourcentage ou la latence des catégorisations correctes du genre en fonction du genre de la personne recherchée et des distracteurs.**

Genre des distracteurs par rapport à la personne recherchée	Latence des rejets corrects		
	Même genre	Genre différent	Ensemble
Pourcentage de catégorisation correctes	01	-.07	-.04
Latence des catégorisation correctes	-.01	04	01

Une autre approche a été utilisée pour étudier l'effet du genre en fonction de la féminité/masculinité des distracteurs. Les distracteurs ont été ordonnés selon la typicité de leur genre. L'ordre est d'abord déterminé à partir du pourcentage moyen de catégorisation correcte du genre. Ceux qui ont le même pourcentage sont ensuite ordonnés selon leur latence moyenne de catégorisation correcte. Quatre groupes sont créés selon les performances de catégorisation. Le premier rassemble les 40 visages dont le genre est le moins bien reconnu et le quatrième les 40 visages dont le genre est le mieux et le plus rapidement reconnu. Les deuxième et troisième groupes rassemblent des visages pour lesquels les performances de catégorisation sont intermédiaires. La taille de l'effet du genre est ensuite déterminée pour chaque distracteur en soustrayant son temps de rejet moyen lorsqu'il n'a pas le même genre que la personne recherchée de son temps de rejet moyen lorsqu'il a le même genre. Cette opération indique le gain éventuel de temps de rejet lorsque le genre de la personne recherchée est différent. La taille moyenne de l'effet du genre pour chaque groupe de distracteurs est rapportée dans le Tableau 13. Pour déterminer si cette taille est significative, nous avons réalisé une analyse de variance pour chaque groupe avec un seul facteur, le genre de la cible (même genre que le distracteur, genre différent). L'analyse révèle que l'effet du genre n'est pas significatif pour les distracteurs dont le genre est le moins bien reconnu, i.e. le groupe 1 mais il l'est

pour les deuxième ( $F(1, 39) = 6.44, p < .05$ ), troisième ( $F(1, 39) = 9.10, p < .01$ ) et quatrième groupes ( $F(1, 39) = 8.70, p < .01$ ).

Tableau 13 : Taille de l'effet du genre (en ms) selon la typicité du genre des distracteurs.

Groupes	groupe 1	groupe 2	groupe 3	groupe 4
Pourcentage moyen de catégorisation correcte du genre :	82,97	96,72	100	100
Latence moyenne (ms) des catégorisations correctes du genre :	625	549	532	500
Taille de l'effet du genre (ms) : (écart-type)	8 (38)	19 * (53)	21 ** (43)	21 ** (45)
* $p < .05$ , ** $p < .01$				

Les résultats de cette expérience indiquent nettement que le genre influence le rejet des distracteurs. Les participants qui doivent reconnaître une personne donnée (cible) pré-activent la représentation mnésique du visage de cette personne. L'ensemble des stimuli présentés est alors comparé à cette représentation et le système cognitif produit une décision d'appariement (i.e., de reconnaissance) ou non. Lors de la comparaison d'un visage cible à un distracteur, une différence de genre accélère la décision de rejet. Malgré cela, il n'y a pas de corrélation "linéaire" entre le temps de catégorisation du genre et le temps de rejet. Cette observation est en accord avec les résultats de Bruce et al. (1987) qui n'observent pas de corrélation entre la masculinité des visages et les décisions de familiarité. Néanmoins, lorsque les visages sont regroupés selon la typicité de leur genre, on observe que ceux dont le genre est le moins marqué ne suscitent pas un temps de rejet plus court quand ils n'ont pas le même genre que la personne recherchée. Au contraire, les visages dont le genre est plus facilement et rapidement reconnu donnent lieu à un tel effet du genre.

Le fait de ne pas trouver de relation linéaire entre le temps de rejet et la typicité du genre des visages n'est pas si surprenant. Une telle relation serait attendue dans le cas où le genre serait activé avant la reconnaissance du visage et lui serait nécessaire ou, encore, dans le cas où il serait la seule dimension qui permette la reconnaissance du visage. Il n'y a pas de raison de le penser. On sait déjà que le genre n'entretient pas de relation sérielle avec la reconnaissance. De plus, dans le cas où le genre serait une dimension de la reconnaissance d'un visage, il ne serait certainement pas la seule. D'autres dimensions ont déjà été mentionnées dans la littérature comme, par exemple, la distinctivité du visage. On sait, notamment, qu'un visage distinctif est plus facilement rejeté qu'un visage typique quand il ne correspond pas à une personne connue. Dans

notre tâche, un visage donné peut donc être rapidement rejeté pour au moins deux raisons : parce qu'il est distinctif ou parce qu'il a un genre très marqué qui ne correspond pas à la personne cherchée. Plusieurs événements peuvent alors se produire. Tout d'abord, un visage dont le genre est marqué peut aussi être très distinctif. Cette distinctivité fera qu'il sera rejeté rapidement sans qu'un effet de genre ne puisse se manifester. Au contraire, un visage dont le genre est moins marqué peut ne pas être du tout distinctif. Dans ce cas, l'effet du genre pourra prendre le dessus alors même que le genre est relativement long à déterminer. On comprend, dans ces conditions, qu'aucune relation linéaire ne soit mise à jour. Par contre, regrouper les visages selon la typicité de leur genre permet d'atténuer les variations des autres dimensions. On peut penser que la répartition des visages distinctifs vs. non distinctifs dans les différents groupes est équivalente. Cette procédure, comme nous l'avons vu, permet de mettre en évidence que l'effet du genre sur le rejet des distracteurs est bien lié de la typicité de leur genre.

Les résultats que nous venons de rapporter ne permettent cependant pas d'établir avec certitude que l'effet du genre résulte effectivement de la catégorisation préalable du visage en femme vs. homme. Une autre explication est possible. On peut admettre que, généralement, une femme ressemble plus à une autre femme qu'à un homme, i.e. elles partagent un plus grand nombre de caractéristiques faciales. Les individus de chaque genre partagent un certain nombre de caractéristiques faciales qui les distinguent des individus de l'autre genre. Par exemple, la distance entre les sourcils et les yeux est généralement plus grande pour les femmes que pour les hommes (Campbell et al., 1999). Donc, quand on recherche une femme, les distracteurs féminins ressemblent probablement plus à cette femme que les distracteurs masculins. On peut donc interpréter l'effet du genre rapporté dans cette expérience comme un simple effet de similarité entre les visages de même genre. Pour tester cette hypothèse, nous avons donc réalisé une nouvelle expérience où la similarité entre la personne recherchée et les distracteurs était la même, quel que soit leur genre.

## **V. Influence de la catégorisation du genre sur la recherche d'un visage composite androgyne familiarisé (Expérience 6)**

Pour maintenir constante la similarité entre la personne recherchée et les distracteurs, les participants étaient expérimentalement familiarisés avec un visage composite androgyne. L'expérimentateur leur disait que ce visage était celui de Marie ou de Jean. Ils devaient ensuite le rechercher parmi des visages féminins et masculins inconnus. Cette manipulation permet de maintenir strictement constante la similarité entre la cible et les distracteurs dans les deux conditions définies par le genre de la personne recherchée : la seule différence provient en effet du label, féminin ou masculin, attribué à la personne recherchée.

## V.1. Méthode

---

### V.1.1. Participants : ...

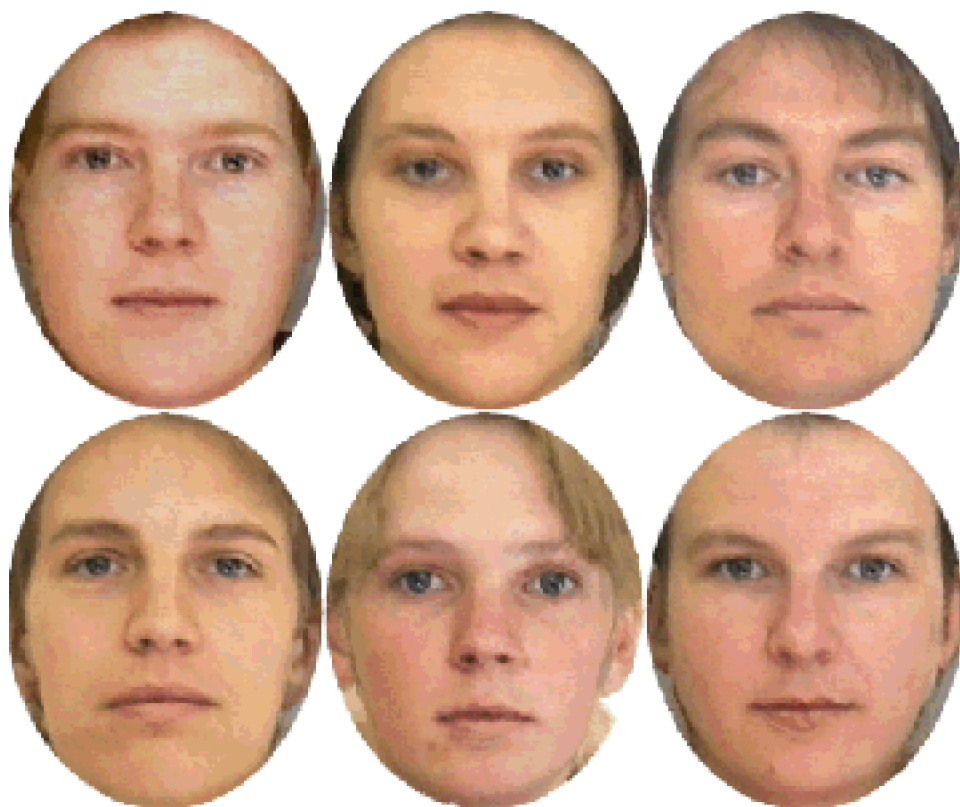
il s'agissait de 48 personnes (22 femmes et 26 hommes) âgées de 18 à 39 ans (moyenne = 22,5 ans). Toutes avaient une vue normale ou corrigée.

### V.1.2. Matériel : ...

les visages de 14 femmes et 14 hommes ont été utilisés pour construire des séquences de visages composites par morphing. Ils ont été réunis par couples d'une femme et d'un homme. Pour chaque couple, différents pourcentages de mélange ont été réalisés ; de 0% à 100% du visage féminin (i.e., de 100% à 0% du visage masculin) par paliers de 10%. Onze visages composites ont ainsi été obtenus pour chaque couple. Dix participants contrôles (5 femmes et 5 hommes de 21 à 29 ans, âge moyen = 25,9 ans) ont indiqué, pour chaque couple, le palier à partir duquel, selon eux, le visage n'est plus ni une femme ni un homme. Ils pouvaient indiquer un intervalle entre deux paliers, i.e. dire que le visage change de genre entre deux photographies composites. Les 6 couples pour lesquels l'écart type, pour le palier choisi, est le plus faible sont retenus pour l'expérience. Le palier moyen pour chacun deux a servi à construire un visage composite androgyne (voir Figure 20). Ces visages composites androgynes ont été associés deux à deux. Une autre visage composite androgyne a été retenu pour la phase d'entraînement. Par ailleurs, les photographies de 48 personnes inconnues (24 femmes et 24 hommes) ont été utilisées comme distracteurs. Elles ont été réparties dans deux groupes de 24 visages (12 femmes et 12 hommes). Comme dans l'expérience précédente, tous les visages ont été placés dans un médaillon. Sa hauteur est de 10 cm et sa largeur de 7,8 cm.

### V.1.3. Procédure : ....

avant l'expérience, les participants étaient informés qu'ils devraient rechercher le visage d'une personne, dont on leur montrerait une photographie, parmi ceux d'autres personnes présentées les uns après les autres. L'expérimentateur leur disait alors qu'ils allaient devoir rechercher le visage de Marie/Jean, puis il leur montrait pendant 30 secondes un visage androgyne. Le nom indiqué par l'expérimentateur était écrit au-dessus de ce visage. L'expérience commençait après cette présentation, le visage composite apparaissant 12 fois mélangés avec un des deux groupes de visages inconnus. Le déroulement temporel des essais était le même que lors de l'expérience précédente. L'ordre de présentation était aléatoire. Chaque participant réalisait une seconde session où il devait apprendre, puis rechercher un second visage composite associé au second nom. Le nom associé à chaque visage composite, l'ordre des sessions et le groupe de visages inconnus étaient contrebalancés à travers les participants. Un groupe de 16 participants recherchait une paire de visages composites alors que deux autres groupes, de 16 participants également, recherchaient les deux autres paires.



*Figure 20 : Visages composites androgynes utilisés dans l'Expérience 6 :  
Marie ou Jean ?*

## V.2. Résultats

---

Une analyse de variance (2 x 2) a été appliquée à la latence des rejets corrects pour les distracteurs. Le pourcentage de rejets corrects n'est pas présenté en raison d'un effet plafond : les participants ont des performances quasi-parfaites (98,85% de rejets corrects). Les variables analysées sont le genre attribué au visage composite recherché (Marie vs. Jean) et le genre des distracteurs (femmes vs. hommes). Ces deux variables sont intra-sujets. Les moyennes et écart-types par condition sont présentés dans le Tableau 14. Pour information, "Marie" été reconnue correctement dans 93,4% des cas avec une latence moyenne de 560 ms alors que "Jean" a été reconnu correctement dans 94,5% des cas avec une latence moyenne de 557 ms. Aucune différence n'est significative.

Tableau 14 : Latence des rejets corrects (ms) des distracteurs selon leur genre et le genre de la personne recherchée.

Personne recherchée :	Marie		Jean	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Moyenne (écart-type)	513 (90)	482 (90)	486 (80)	499 (85)

Ni le genre attribué au visage composite recherché ni le genre des distracteurs n'ont d'effet significatif. Cependant, l'interaction entre ces deux facteurs est significative ( $F(1, 47) = 20.76, p < .0001$ ). Elle indique que les distracteurs féminins étaient rejetés plus rapidement que les distracteurs masculins lorsque les participants recherchaient un homme (486 ms vs. 499 ms,  $F(1, 47) = 4.11, p < .05$ ) alors que, au contraire, les distracteurs masculins étaient rejetés plus rapidement lorsque les participants recherchaient une femme (482 ms vs. 513 ms,  $F(1, 47) = 16.92, p < .001$ ). Par ailleurs, les distracteurs féminins étaient rejetés plus rapidement quand les participants recherchaient un homme plutôt qu'une femme (486 ms vs. 513 ms,  $F(1, 47) = 5.21, p < .05$ ), mais la différence n'est pas significative pour les distracteurs masculins (482 ms vs. 499 ms).

Les résultats de cette expérience indiquent que les distracteurs sont rejetés plus ou moins rapidement selon qu'on attribue un prénom féminin ou masculin au visage composite androgyne recherché. La similarité entre le visage composite et les distracteurs étant strictement la même dans les différentes conditions de genre de la personne recherchée, l'effet de genre rapporté ici ne peut pas s'expliquer par une plus grande ressemblance entre des visages de même genre. Au contraire, il apparaît que la catégorisation préalable du genre des distracteurs favorise leur rejet quand ils n'ont pas le même genre, réel ou attribué, que la personne recherchée.

## VI. Conclusions sur l'influence de la catégorisation du genre sur la reconnaissance du visage

Pour résumer les résultats obtenus dans les deux expériences que nous venons de rapporter, un visage est plus rapidement rejeté quand il n'a pas le même genre que la personne recherchée. Cet effet de genre est mis en évidence lorsque les participants recherchent une célébrité (Expérience 5) ou un visage composite androgyne auquel est arbitrairement attribué un prénom féminin ou masculin (Expérience 6). De plus, l'Expérience 6 montre que cet effet du genre ne tient pas à une plus grande similarité des visages d'un même genre, mais résulte bien de la catégorisation préalable et rapide du genre. La catégorisation du genre est donc un facteur de la reconnaissance des visages. Cette dernière conclusion n'exclut pas une influence de la similarité : un visage sera évidemment d'autant plus rapidement rejeté qu'il ressemble d'autant moins à la personne

recherchée.

Il apparaît donc que la catégorisation du genre et la reconnaissance du visage peuvent interagir dans certaines conditions. Ils entrent très vraisemblablement dans une architecture cognitive "en cascade". Cette dernière implique que les deux processus démarrent automatiquement, en même temps ou avec un léger décalage et avec un décours temporel propre. Le premier processus qui achève ses opérations peut alors influencer celles de l'autre, mais aucun n'a besoin des résultats de l'autre pour terminer son traitement spécifique. Par conséquent, lorsque l'un des deux processus est lésé, l'autre est toujours capable de remplir ses propres fonctions. Ils peuvent donc être dissociés dans les études de patients présentant des lésions cérébrales ou lors d'études d'imagerie cérébrale (Bruyer et al., 1983 ; Humphreys et al., 1993 ; Tranel et al., 1988 ; Schweich & Bruyer, 1993 ; Sergent et al., 1992). Une autre caractéristique de ce type d'architecture est que les opérations d'un des processus ne dépendent pas de celles de l'autre. Chaque processus peut donc utiliser des sources d'informations distinctes. L'observation de traits saillants différents pour les deux types d'informations (e. g., Robert & Bruce, 1988) n'est pas donc incompatible avec un modèle "en cascade". Un tel modèle n'implique pas non plus que la relation entre processus soit de nature linéaire. En d'autres termes, on ne s'attend pas à ce qu'il y ait une corrélation entre le temps de catégorisation du genre et le temps de reconnaissance. L'influence de la catégorisation du genre sur la reconnaissance dépend naturellement du temps nécessaire à la catégorisation ; plus elle est rapide, plus grande est la probabilité qu'elle puisse influencer la reconnaissance. Néanmoins, la catégorisation du genre n'agit pas systématiquement sur la reconnaissance ; elle le fait uniquement si elle est achevée avant que la décision de reconnaissance (ou de rejet) ne soit prise. Comme d'autres facteurs peuvent eux aussi exercer une influence sur la reconnaissance - par exemple, la distinctivité du visage - l'effet du genre ne dépend pas seulement de la féminité/masculinité du visage, mais aussi de toutes ses autres caractéristiques.

Est-il possible alors de rendre compte de l'effet du genre dans le cadre des modèles actuels de la reconnaissance des visages ?

Pour ce qui est du modèle de Hay et Young (1982), l'effet du genre s'explique tout simplement par la connexion des processus visuels aux unités de reconnaissance. Dans ce cadre, lors de la recherche d'une personne particulière, l'unité qui lui correspond est pré-activée. Lorsque le genre ne correspond pas, cette unité va recevoir des projections en provenance des processus visuels. La décision de rejet sera alors favorisée et accélérée.

Bruce et Young (1986) ne proposent pas de connexion entre les processus visuels dirigés et les processus d'identification de la personne (unités de reconnaissance du visage, noeuds sur l'identité de la personne et nom). Néanmoins, les processus visuels dirigés ont des sorties vers le système cognitif, ce dernier ayant des projections descendantes vers les unités de reconnaissance par le biais des noeuds d'identité. Bruce et Young (1986) suggèrent que le seuil d'activité de ces unités peut être modulé par les attentes du système cognitif. De plus, la décision de familiarité n'est pas rendue au niveau des unités elles-mêmes mais par le système cognitif selon le pattern d'activation de ces unités. Ainsi, lorsque le système cognitif cherche une personne donnée, il pré-active, non



seulement les unités qui correspondent à la personne, mais aussi les informations sémantiques qui lui sont spécifiques. Il attend alors l'activation de certaines unités et aussi celle de certaines informations sémantiques, dont le genre. Lorsqu'un visage apparaît et que son genre ne correspond pas à celui attendu, le système cognitif peut dès lors le rejeter, sans attendre que les opérations au niveau des unités ne soient achevées.

Le modèle de Valentine (Valentine, 1991 ; Valentine, 2001 ; Valentine et al., 1995), même s'il n'intègre pas de processus de catégorisation du genre, est aussi un modèle qui peut expliquer l'effet du genre. Valentine (1991) propose qu'un visage familier est représenté par un point localisé dans un espace multidimensionnel. Les dimensions de cet espace ne sont pas définies, mais l'auteur propose qu'elles correspondent à différents traits du visage (e. g., distance entre les yeux, couleur des cheveux, etc). Il propose aussi que la densité des points est plus importante à l'origine de cet espace. D'autres zones de forte densité peuvent exister, par exemple, pour les visages des autres groupes ethniques. Nous proposons aussi qu'il existe autour de l'origine deux zones distinctes de forte densité selon le genre des visages. Tout visage perçu est localisé dans l'espace. La reconnaissance opère quand le point correspondant au visage perçu tombe à proximité d'un visage connu. Dans le cadre de ce modèle, on peut suggérer que, lorsque le système cherche une personne particulière, il "pré-active" la zone de l'espace qui correspond au visage de cette personne. Lorsqu'un visage est présenté, le système de reconnaissance contrôlerait alors s'il est localisé dans la zone du visage recherché. A ce stade, moins le visage perçu ressemble au visage recherché, plus sa localisation est éloignée dans l'espace et plus il sera rejeté facilement et rapidement. Ce modèle permet donc d'expliquer l'effet du genre en termes de similarité. Pour expliquer l'effet catégoriel du genre, il faut ajouter quelque chose au modèle. Notamment, on peut proposer que la catégorisation préalable du genre réduit l'espace à la région qui correspond au genre de la personne perçue. Si le genre ne correspond pas à celui de la personne recherchée, la région ainsi délimitée ne comprend pas la localisation pré-activée pour la personne recherchée. Le système peut alors rejeter le visage sans avoir à localiser plus précisément le visage perçu. Si le genre est le même, le système devra, au contraire, réaliser une localisation plus précise pour s'assurer que le visage perçu n'est pas celui qu'il recherche. Une autre explication consisterait également à considérer que la catégorisation du genre est une des dimensions de l'espace multidimensionnel proposé par Valentine (1991).

Nous avons donc montré que la catégorisation du genre intervient dans les processus de reconnaissance d'un visage, au moins à un niveau décisionnel dans le modèle de Bruce et Young (1986). Il reste, cependant, quelques points à éclaircir. Notamment, il reste à déterminer si la catégorisation du genre est à même de moduler le seuil d'activation des représentations faciales. On peut penser que, lors d'une tâche de reconnaissance, la catégorisation préalable du genre peut exercer une influence activatrice sur les représentations de personnes de même genre et une activité inhibitrice sur les personnes de genre différent.

Pour résumer, les expériences que nous avons présentées dans ce chapitre montrent, d'une part, que la décision de familiarité est biaisée par la présence d'une information émotionnelle et, d'autre part, que la décision de reconnaissance prend en

compte le genre du visage. Dans le premier cas, nous rapportons un *biais du sourire* qui peut prendre deux formes : soit un visage inconnu peut être faussement jugé familier s'il sourit soit un visage est perçu plus familier lorsqu'il sourit, quelle que soit sa familiarité réelle. Dans le second cas, nous mettons en évidence un *effet du genre* où un visage est plus rapidement jugé comme n'appartenant pas à une personne familière donnée lorsqu'il n'est pas du même genre que cette personne, et ceci indépendamment de la similarité entre les différents visages. Dans les deux cas, nous avons suggéré que l'influence opère au niveau du système de décision.

Dans nos expériences, le sourire est *confondu* avec une information de familiarité et provoque ainsi une augmentation du sentiment de familiarité. Cependant, pour émerger, cet effet nécessite qu'aucune information de familiarité réelle ne soit présente sur le visage ou que le sentiment de familiarité puisse être exprimé de façon nuancée. Lorsque le visage est familier et que la décision est de type binaire (familier : oui ou non), l'influence du sourire n'est pas suffisamment forte pour émerger statistiquement. Par ailleurs, le sourire n'est pas une information congruente avec l'identité, permettant d'inférer la familiarité ou la non-familiarité d'un visage. Nous ne connaissons par forcément toutes les personnes qui nous sourient. De ce fait, il entraîne des fausses décisions de familiarité lorsqu'il est associé à un visage inconnu. Au contraire, le genre est une information congruente avec l'identité : un visage masculin n'est pas forcément celui de Jacques Chirac. Par contre, il est certain qu'un visage féminin n'appartient pas à notre président. Les deux dernières expériences que nous venons de présenter indiquent que le système de décision prend en compte cette propriété. Il apparaît donc que le système cognitif, quand il recherche le visage d'une personne particulière, ne pré active pas uniquement la représentation mnésique de la structure de son visage, mais aussi les autres informations sémantiques qui lui sont associées.

Quelle que soit la nature de l'information - émotionnelle ou de genre - la décision de familiarité intègre donc des informations différentes de celles qui sont directement liées à l'identité et la familiarité du visage. Si on se réfère au modèle de Bruce et Young (1986), le système cognitif reçoit des entrées de l'ensemble des modules de traitement de l'information faciale. De plus, la décision finale de familiarité est prise à ce niveau, à partir des entrées en provenance des URVs ou des NIPs. Les auteurs ne prévoient pas que le système prenne en considération d'autres entrées - au contraire, nos résultats montrent que c'est le cas.

Plusieurs questions restent toutefois posées. Tout d'abord, Bruce et Young (1986), comme de nombreux autres auteurs d'ailleurs (e. g., Haxby et al., 2000), proposent qu'il existe des projections descendantes du système cognitif sur des processus de plus bas niveau, notamment les URVs. Selon eux, ces rétroactions reflètent le fait qu'une URV puisse être pré-activée selon les attentes du système cognitif. Le seuil de réponse de l'URV est alors abaissé et elle répondra donc plus facilement ou/et plus rapidement lorsque des stimulations extérieures viendront l'activer. On peut ici supposer que le système cognitif module aussi l'activité des URVs selon les informations qu'il reçoit des autres processus de traitement de l'information faciale. Notamment, la présentation d'un visage masculin serait de nature à abaisser le seuil d'activation des visages d'hommes connus et/ou à augmenter celui des visages de femmes. On peut ainsi suggérer que la

catégorisation préalable du genre oriente la recherche d'une représentation en mémoire uniquement vers des représentations dont le genre est congruent. On peut aussi suggérer que l'expression faciale émotionnelle exerce une influence similaire sur le niveau d'activation des URVs. La présence d'un sourire, détecté par le système cognitif, diminuerait le niveau d'activation de l'ensemble des URVs. L'activation de l'URV spécifique d'un visage connu en serait alors facilitée. Lorsque le visage est inconnu, le seuil d'activation de l'ensemble des URVs étant plus bas de part la présence du sourire, la probabilité d'activation de l'une d'entre elles est plus élevée, même s'il ne lui correspond pas. On peut aussi admettre que lorsqu'un niveau d'activation globalement plus élevé sur l'ensemble des URVs est détecté - du fait que leur seuil d'activation est abaissé par le sourire - le visage sera considéré comme familier. Cette hypothèse reste à valider.

Une dernière question porte sur le rôle des autres informations faciales. Nous avons montré que, lors d'une tâche portant sur l'identité et la familiarité d'un visage, la décision est influencée par d'autres informations faciales, qu'elles entretiennent une relation stable (le genre) ou non (l'expression faciale émotionnelle) avec l'identité. Nous pouvons ainsi supposer que d'autres informations faciales sont également intégrées dans la décision. C'est le cas, par exemple, de l'appartenance ethnique qui reste la même pour un individu donnée tout au long de sa vie. On peut aussi inclure l'âge car ses conséquences évoluent lentement et de façon relativement prévisible.



## Chapitre 7 : Influence de la familiarité sur le traitement de l'expression faciale émotionnelle

*Les expériences 7, 8 et 9 que nous allons rapporter ont fait l'objet d'une publication, d'une communication orale et d'une communication affichée :*

Baudouin, J.-Y., Sansone, S., & Tiberghien, G. (2000). Recognizing expression from familiar and unfamiliar faces. Pragmatics & Cognition, 8, 123-146.

Baudouin, J.-Y., Sansone, S., & Tiberghien, G. (1999). La reconnaissance de l'expression faciale de visages familiers et inconnus. Congrès de la Société Française de Psychologie 1999. Aix-en-Provence (France) : 25-27 mai 1999.

Baudouin, J.-Y., Sansone, S., & Tiberghien, G. (1999). Recognizing Expression From Familiar and Unfamiliar Faces. Consciousness and self : Neural, cognitive, and philosophical issues. London (Ontario, Canada) : 4-7 juin 1999.

*L'expérience 10 a fait l'objet d'une communication orale :*

*Baudouin, J.-Y., Sansone, S., & Tiberghien, G. (1997). Influence de la familiarité sur*

*le traitement de l'expression de visages masqués. Journées Internationales d'Orsay sur les Sciences Cognitives . Orsay (France) : 1-2 décembre 1997.*

Les quelques études qui se sont intéressées au rôle de la familiarité dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle n'ont mis en évidence aucun effet significatif (Bruce, 1986 ; Campbell et al., 1996 ; Young et al., 1986b). Il est toutefois possible d'expliquer cette absence d'effet en supposant un décalage temporel différent pour les deux processus. La familiarité, généralement, émerge plus lentement que l'expression est reconnue et, tout particulièrement, si cette expression est la joie. Cependant, comme le suggère la recherche de Peng (1989, rapportée par Campbell et al., 1996), la familiarité d'un visage peut favoriser la reconnaissance de son expression faciale émotionnelle si elle est extraite avant que le traitement de l'expression ne soit achevé.

L'objectif des expériences que nous allons présenter maintenant est d'étudier les effets possibles de la familiarité du visage dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle. L'hypothèse principale est que la familiarité n'intervient sur le traitement de l'expression que si celui-ci est difficile. Dans les trois expériences qui vont suivre, la tâche est similaire à celle utilisée par Bruce (1986) ; les participants devaient décider si des visages familiers et inconnus étaient souriants ou non. Le paradigme utilisé pour rendre le traitement de l'expression faciale plus difficile consistait à présenter le visage pendant une durée très courte (15 ms). Cette condition a été comparée à une condition où le visage apparaissait pendant une durée plus longue (400 ms). Dans les deux cas, la présentation du visage était suivie de la présentation d'un masque pattern destiné à interrompre le traitement en cours. Une présentation brève, suivie d'un masque, rend le traitement du visage plus difficile (voir, par exemple, Costen, Shepherd, Ellis, & Craw, 1994). De plus, un temps de présentation court tend à augmenter le nombre de fausses alarmes (Shepherd et al., 1991) et à diminuer la "profondeur" du traitement (Bloom & Mudd, 1991).

## **I. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle en fonction du temps de présentation des visages (Expérience 7)**

### **I.1. Méthode**

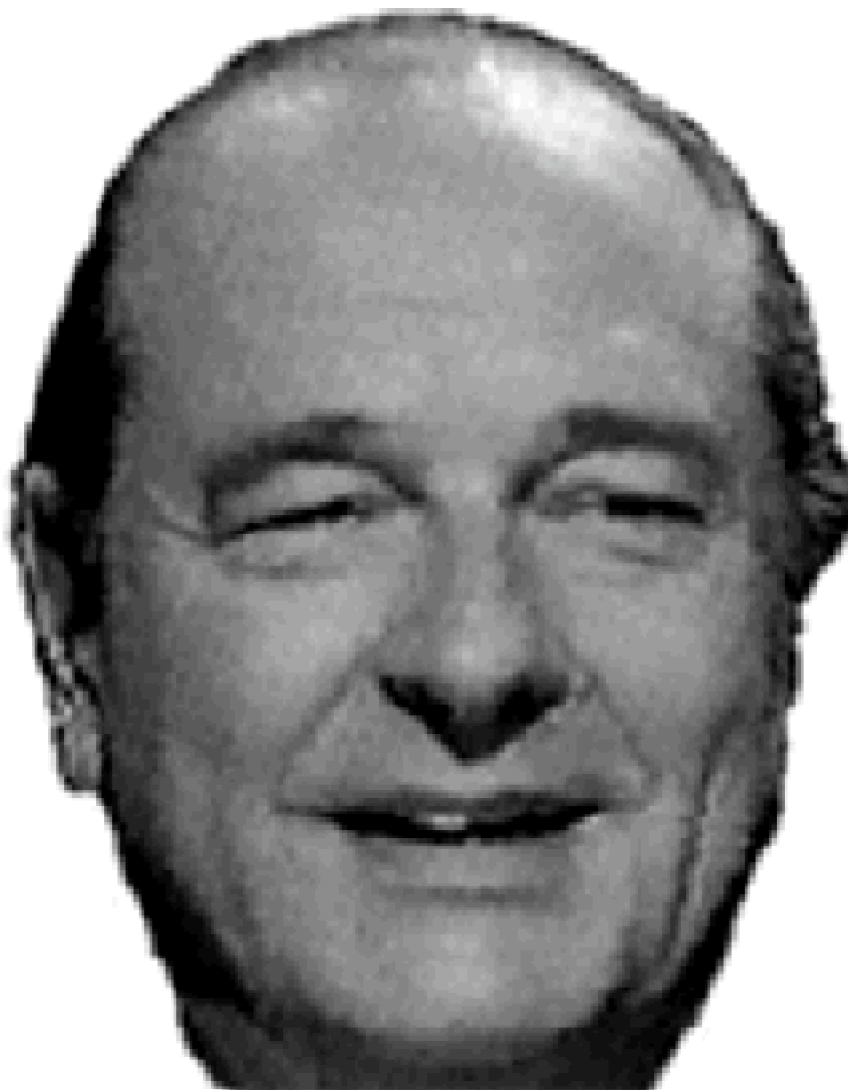
---

#### **I.1.1. Participants : ...**

il s'agissait de 32 nouveaux étudiants (19 femmes et 13 hommes) de l'Université Pierre-Mendès France de Grenoble. Ils étaient âgés de 19 à 30 ans et avaient tous une vue normale ou corrigée.

#### **I.1.2. Matériel : ...**

les photographies en noir et blanc de 64 personnes ont été utilisées. La moitié étaient des personnes célèbres et l'autre moitié étaient des personnes inconnues. Lors d'un test de familiarité utilisé dans des expériences antérieures (Baudouin, 1995 ; Baudouin et al., 1996 ; Sansone et al., 1995), chaque personne célèbre a été jugée familière par plus de 80% de 105 participants. De même, chaque personne inconnue a été jugée non familière par plus de 80% des participants. Pour chaque personne, nous disposions d'une photographie où elle souriait et d'une autre où son expression était neutre. Aucun visage n'avait de signe distinctif (lunettes, barbe, moustaches, etc). Les célébrités étaient des politiciens, des acteurs ou des personnalités de la télévision française. Les photographies ont été capturées à partir de bandes vidéo et ajustées en taille (10 centimètres de haut pour chaque visage, voir Figure 21). Seize autres photographies (quatre célébrités souriantes et 4 neutres, ainsi que 4 inconnus souriants et 4 neutres) ont été utilisées lors de la phase d'entraînement.



*Figure 21 : Exemple de visage familier utilisé.*

### I.1.3. Procédure : ...

les participants étaient assis face à un écran d'ordinateur, à une distance d'environ 70 cm. Ils avaient pour consigne d'appuyer le plus rapidement possible sur un bouton lorsqu'ils voyaient un visage souriant et sur un autre bouton lorsqu'ils voyaient un visage non souriant. Chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation présenté pendant 500 ms, suivit d'un intervalle blanc de 500 ms. Le visage apparaissait alors et restait présent à l'écran pendant 15 ou 400 ms selon les essais. Après un SOA de 60 ms, un masque pattern présenté pendant 1000 ms interrompait le traitement. Les essais étaient espacés de 2 secondes. Chaque participant répondait à 128 essais répartis en deux sessions distinctes. Chaque session comprenait les visages des 64 personnes (32 célèbres et 32 connus), souriantes dans une session et neutres dans l'autre. Au cours d'une même session, la moitié des visages était souriante pour chaque condition de familiarité. De même, la moitié des visages étaient présentée pendant 15 ms et l'autre moitié pendant 400 ms. La position des boutons de réponse, ainsi que l'ordre des deux sessions et la moitié des visages présentée 15 ou 400 ms étaient contrebalancés à travers les participants. Avant l'expérience, une phase d'entraînement était donnée sur 16 visages.

## I.2. Résultats

### I.2.1. Pourcentage et latence des réponses correctes : ...

une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été appliquée au pourcentage et à la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont la familiarité (célèbre vs. inconnu), la durée de présentation (400 ms vs 15 ms) et l'expression (neutre vs. souriante). Ces trois variables sont intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 15.

**Tableau 15 : Pourcentage moyen (%) et latence moyenne (ms) des réponses correctes sur l'expression émotionnelle de visages célèbres et inconnus en fonction du temps de présentation (400 ou 15 ms).**

Familiarité	Célèbre				Inconnu			
	Neutre		Souriant		Neutre		Souriant	
400 ms:								
% ms	89,6	655 (11,8) (177)	94,7	593 (9,8) (149)	88,8	647 (12,0) (152)	93,1	594 (12,5) (140)
15 ms:								
%) ms	70,8	741 (25,5) (216)	89,7	591 (10,5) (153)	69,7	773 (28,9) (219)	88,1	652 (14,3) (177)
( ) écart-type								

Le temps de présentation a un effet significatif sur le pourcentage et la latence : les participants répondaient mieux et plus rapidement lorsque le visage était présenté



pendant 400 ms au lieu de 15 ms (91,6% vs. 79,6% ;  $F(1, 31) = 14.85, p < .001$ , 622 ms vs. 689 ms ;  $F(1, 31) = 11.56, p < .01$ ). L'expression a aussi un effet significatif sur le pourcentage et la latence des réponses correctes : les participants répondaient mieux et plus rapidement pour le sourire que pour la neutralité (91,4% vs. 79,8% ;  $F(1, 31) = 25.56, p < .0001$ , 607 ms vs. 704 ms ;  $F(1, 31) = 44.50, p < .0001$ ). De plus, l'interaction entre durée de présentation et expression est significative sur le pourcentage ( $F(1, 31) = 7.90, p < .01$ ) et la latence des réponses correctes ( $F(1, 31) = 9.88, p < .01$ ). Elle indique qu'une durée de présentation brève avait un effet néfaste pour les visages neutres : 70,3% pour 15 ms vs. 89,2% pour 400 ms ( $F(1, 31) = 29.09, p < .0001$ ) ; 757 ms vs. 651 ms ( $F(1, 31) = 36.27, p < .0001$ ). Mais il n'y avait pas d'effet significatif pour les visages souriants. Les participants répondaient donc mieux et plus rapidement pour le sourire que pour la neutralité lorsque la durée de présentation était de 15 ms : 88,9% vs. 70,3% ( $F(1, 31) = 28.14, p < .0001$ ) et 621 ms vs. 757 ms ( $F(1, 31) = 59.54, p < .0001$ ). Lorsqu'elle était de 400 ms, ils répondaient plus rapidement pour le sourire (593 ms vs. 651 ms ;  $F(1, 31) = 10.70, p < .01$ ) mais pas significativement mieux.

La familiarité a un effet significatif sur la latence : les participants reconnaissaient plus rapidement l'expression des visages célèbres que celle des visages inconnus (645 ms vs. 667 ms ;  $F(1, 31) = 10.40, p < .01$ ). De plus, la familiarité interagit avec la durée de présentation sur la latence ( $F(1, 31) = 11.51, p < .01$ ). Cette interaction indique que, alors que la différence entre les visages célèbres et inconnus n'est pas significative quand les visages sont présentés pendant 400 ms, elle l'est lorsqu'ils sont présentés pendant 15 ms (666 ms vs. 713 ms ;  $F(1, 31) = 20.02, p < .0001$ ). Aucun autre effet n'est significatif.

### 1.2.2. Discriminabilité A' et critère de décision B'' ...

Nous avons calculé les indices A' et B'' de la théorie de la détection du signal en considérant que la condition de signal correspond aux situations où le visage sourit alors que le bruit correspond aux conditions où le visage est neutre. Nous avons appliqué une analyse de variance (2 x 2) sur A' et B''. Les variables sont la familiarité (célèbre vs. inconnu) et la durée de présentation (400 ms vs. 15 ms). Ces deux variables sont intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B'') de l'expression émotionnelle de visages célèbres et inconnus en fonction du temps de présentation (400 ou 15 ms).

Familiarité :	Célèbre		Inconnu	
400 ms:				
A' B''	0,95 0,36	(0,05) (0,70)	0,95 0,43	(0,07) (0,75)
15 ms:				
A' B''	0,83 -0,03	(0,18) (0,66)	0,80 0,02	(0,25) (0,62)
( ) écart-type				

La durée de présentation a un effet significatif sur A' et sur B'' : la discriminabilité est meilleure quand le visage est présenté 400 ms plutôt que 15 ms (0,95 vs. 0,81 ;

(1, 31) = 16.84,  $p < .001$ ) et le critère est plus strict (0,40 vs. 0,00 ;  $F(1, 31) = 7.88$ ,  $p < .01$ ). La familiarité n'a pas d'effet et n'interagit pas avec la durée de présentation sur A' ou B''.

Les résultats de cette expérience montrent que la familiarité favorise le traitement de l'expression faciale émotionnelle. De plus, cet effet n'apparaît que lorsque les conditions de jugement sont difficiles, c'est-à-dire quand le temps d'exposition est bref. Nous pouvons donc conclure que la familiarité favorise le traitement de l'expression faciale émotionnelle lorsque celui-ci est difficile et ralenti. Dans ce cas, le processus d'accès à la familiarité ont le temps de s'achever et d'intervenir dans le processus impliqué par la consigne.

La question qui se pose maintenant est de savoir comment la familiarité intervient. On peut suggérer qu'il existe des représentations mnésiques expressives spécifiques à une personne donnée. Par exemple, pour le visage de Jacques Chirac, le système cognitif disposerait de représentations mnésiques le représentant non seulement de face et de profil, comme le suggèrent Bruce et Young (1986), mais aussi souriant, triste ou en colère. Lors du traitement de l'expression faciale émotionnelle, et principalement lorsque celui-ci rencontre des difficultés, ces représentations pourraient faciliter la reconnaissance d'une expression particulière. Par exemple, une photographie de Jacques Chirac souriant donnerait lieu à une première extraction de l'expression faciale émotionnelle par le processus de traitement habituel, mais aussi à l'activation d'une unité ou d'une représentation de cette personne exprimant cette émotion. Dans le cas où le processus de traitement de l'expression faciale opère normalement, le système cognitif pourrait aboutir à une décision sans que cette représentation ne puisse exercer une influence facilitatrice. Dans le cas contraire, la représentation expressive pourrait faciliter la décision du système cognitif.

L'expérience précédente ne permet pas de se prononcer sur l'existence de telles représentations. Les personnes familières sont des personnes célèbres, rencontrées avec des expressions variées. On ne peut connaître la nature de ces expressions ni leur fréquence. Nous avons donc réalisé deux autres expériences où les participants sont familiarisés avec des visages qui leur sont inconnus avant l'expérience. Cette procédure vise à tenter de contrôler précisément la nature des représentations mnésiques.

## **II. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle de visages familiarisés (Expérience 8)**

Les participants étaient familiarisés, par apprentissage, avec des visages neutres ou souriants. Ils devaient ensuite réaliser une tâche de reconnaissance de l'expression sur ces visages familiarisés et sur de nouveaux visages. Durant cette dernière tâche, les visages familiarisés avaient la même expression qu'à l'apprentissage ou l'autre expression. Cette procédure permet de contrôler la nature des représentations faciales construites en mémoire. Les participants ne disposaient en effet, pour un visage

familiarisé, que d'une représentation expressive souriante ou d'une représentation neutre. Dès lors, si l'influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle résulte de l'intervention de la représentation expressive spécifique à la personne, elle ne devrait se manifester que lorsque les participants disposent de cette représentation. En d'autres termes, l'apprentissage d'un visage souriant devrait favoriser la reconnaissance de son sourire mais non de son expression neutre ; l'inverse devrait être évidemment observé pour l'apprentissage d'un visage neutre.

### II.1. Méthode

---

#### II.1.1. Participants : ...

il s'agissait de 40 nouveaux étudiants (33 femmes et 7 hommes) de l'Université Pierre-Mendès France de Grenoble. Ils étaient âgés de 18 à 34 ans et avaient tous une vue normale ou corrigée.

#### II.1.2. Matériel : ...

les photographies en noir et blanc de 16 personnes inconnues sélectionnées dans le matériel de l'Expérience 7 ont été utilisées ; avec une photographie souriante et une photographie neutre pour chacune d'elles. Elles ont été regroupées en deux classes de 8 personnes. Huit photographies différentes étaient utilisées pour le test de reconnaissance et 6 autres pour l'entraînement à la phase de reconnaissance de l'expression faciale.

#### II.1.3. Procédure : ...

l'expérience comporte quatre phases :

*Familiarisation* : elle portait sur un groupe de 8 personnes inconnues. Chaque photographie était présentée séparément 8 fois, pendant une seconde, dans un ordre aléatoire. Toutes les personnes avaient, pour la moitié des participants, une expression neutre et, pour l'autre moitié, une expression souriante. Les participants devaient essayer de compter le nombre de personnes différentes qui apparaissaient. Ils étaient aussi informés qu'ils auraient à les reconnaître ultérieurement. La moitié des participants apprenait un groupe de 8 visages inconnus, l'autre moitié apprenait l'autre groupe.

*Test de reconnaissance* : après la phase de familiarisation, les 8 personnes apprises étaient présentées à nouveau, mélangées selon un ordre aléatoire aux photographies de 8 nouvelles personnes. Toutes les personnes avaient la même expression que lors de la phase de familiarisation. Chaque photographie restait à l'écran jusqu'à la réponse du participant, ce dernier n'ayant pas de contrainte de rapidité de réponse. Les participants devaient reconnaître au moins 7 personnes sur les 8 familiarisés, et ne devaient pas faire plus d'une fausse reconnaissance pour les 8 nouvelles personnes.

Tout participant ne remplissant pas ces critères était écarté et remplacé par un nouveau.

*Entraînement* : Les photographies de 6 personnes inconnues, la moitié souriante et l'autre neutre, étaient présentées les unes après les autres, dans un ordre aléatoire. Le déroulement temporel de chaque essai était identique à celui de l'expérience précédente lorsque les visages étaient présentés 15 ms. Les participants devaient décider, le plus rapidement possible, si le visage présenté était ou non souriant.

*Reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle* : Le groupe des 8 visages familiarisés par apprentissage était présenté avec l'autre groupe de 8 visages, non appris (15 ms par visage). La moitié des visages de chaque groupe souriait et l'autre moitié avait une expression neutre. Donc, selon l'expression apprise, la moitié des visages familiarisés avait la même expression et l'autre moitié changeait d'expression. La tâche était la même que lors de l'expérience précédente.

La présentation de la photographie souriante (vs. neutre) lors de la reconnaissance de l'expression faciale, de même que le groupe de 8 visages appris étaient contrebalancés entre les participants. La même photographie était utilisée lors de la familiarisation, du test de reconnaissance et de la reconnaissance de l'expression faciale lorsque l'expression ne changeait pas.

## II.2. Résultats

---

### II.2.1. Pourcentage et latence des réponses correctes : ...

une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été appliquée au pourcentage et à la latence des réponses correctes lors de la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle. Les variables analysées sont la familiarité (familiarisé vs. inconnu), l'expression apprise (neutre vs. souriante) et l'expression à reconnaître (neutre vs. souriante). La première et la troisième variables sont intra-sujets. La seconde variable est une variable inter-sujets. Les moyennes et écart-types par condition sont rapportés dans le Tableau 17.

L'effet de l'expression à reconnaître est significatif sur la latence : Les participants répondaient plus vite lorsqu'ils devaient reconnaître un sourire (645 ms vs. 768 ms ;  $F(1, 38) = 50.99, p < .0001$ ). Par ailleurs, au niveau du pourcentage de réponses correctes, la familiarité interagit avec, d'une part, l'expression apprise ( $F(1, 38) = 4.93, p < .05$ ) et, d'autre part, l'expression à reconnaître ( $F(1, 38) = 6.58, p < .05$ ).

Tableau 17 : Pourcentage moyen (%) et latence moyenne (ms) des réponses correctes sur l'expression émotionnelle de visages familiarisés et inconnus.

Fam :	Familiarisé		Inconnu	
	Neutre	Souriante	Neutre	Souriante
Expression				

Fam :	Familiarisé				Inconnu			
à reconnaître :								
<u>Expression souriante apprise :</u>								
% ms	93,8 748	(13,8) (189)	95,0 656	(10,3) (162)	83,7 746	(21,9) (172)	90,0 623	(15,0) (137)
<u>Expression neutre apprise :</u>								
% ms	87,5 793	(17,2) (242)	85,0 638	(15,0) (130)	81,2 787	(21,9) (234)	95,0 664	(10,3) (167)

( ) écart-type

L'interaction entre la familiarité et l'expression à reconnaître indique que la familiarisation a augmenté le pourcentage des reconnaissances correctes de la neutralité (90,6% vs. 82,5% pour les visages inconnus ;  $F(1, 38) = 7.69, p < .01$ ) mais pas celui du sourire. Les participants reconnaissaient donc mieux le sourire que la neutralité des visages inconnus (92,5% vs. 82,5%;  $F(1, 38) = 11.65, p < .01$ ), ce qui n'était pas le cas des visages familiarisés.

L'interaction entre la familiarité et l'expression apprise indique que les participants qui ont appris des visages souriants reconnaissaient mieux leur expression ultérieurement (94,4% vs. 86,9% ;  $F(1, 19) = 5.52, p < .05$ ) alors que ceux qui ont appris des visages neutres ne reconnaissaient pas mieux leur expression. Donc, seule la familiarisation avec des visages souriants est efficace dans cette expérience.

Aucun autre effet n'est significatif et, notamment, l'interaction entre la familiarité, l'expression apprise et l'expression à reconnaître. On peut donc en conclure que la familiarisation avec un visage souriant améliore la performance de reconnaissance ultérieure du sourire (l'expression apprise) mais aussi de l'expression de neutralité (l'expression non apprise).

### II.2.2. Discriminabilité A' et critère de décision B'' : ...

nous avons calculé les indices A' et B'' de la théorie de la détection du signal en considérant que la condition de signal correspond aux situations où le visage sourit alors que le bruit correspond aux conditions où le visage est neutre. Nous avons appliqué une analyse de variance (2 x 2) sur A' et B''. Les variables sont la familiarité (familiarisé vs. inconnu) et l'expression apprise (neutre vs. souriante). La première variable est intra-sujets alors que la seconde est inter-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B'') de l'expression émotionnelle de visages

familiarisés et inconnus.

Familiarité :	Familiarisé			
Familiarité :	Familiarisé		Inconnu	
<u>Expression souriante apprise :</u>				
A' B''	0,97 0,64	(0,07) (0,75)	0,92 0,25	(0,11) (0,91)
<u>Expression neutre apprise :</u>				
A' B''	0,92 0,39	(0,07) (0,83)	0,93 0,09	(0,08) (0,97)
( ) écart-type				

L'expression apprise n'a pas d'effet sur la discriminabilité ni sur le critère de décision. La familiarité a un effet sur le critère de décision ( $F(1, 38) = 12.74, p < .001$ ) : le critère est plus strict lorsque les visages ont été familiarisés (0,52 vs. 0,17). La familiarité n'a pas d'effet sur la discriminabilité mais elle interagit avec l'expression apprise sur cet indice ( $F(1, 38) = 4.12, p < .05$ ). Cette interaction indique que la familiarisation avec des visages souriants a augmenté la discriminabilité de l'expression de ces visages lors de la reconnaissance ultérieures de leur expression faciale (0,97 vs. 0,92 pour les visages non familiarisés ;  $F(1, 38) = 5.05, p < .05$ ) alors que la familiarisation avec des visages neutres n'a pas eu d'effet significatif. L'interaction entre la familiarité et l'expression apprise n'est pas significative pour le critère de décision.

Ainsi, la familiarisation avec un visage souriant augmente la probabilité de reconnaissance de cette expression faciale. Cette amélioration ne porte pas uniquement sur la reconnaissance du sourire mais aussi sur celle de la neutralité expressive. Au contraire, la familiarisation avec un visage neutre n'a aucun effet sur la reconnaissance ultérieure de l'expression, et ceci quelle qu'en soit la nature. Cette observation ne confirme pas l'hypothèse selon laquelle il y aurait en mémoire des représentations faciales expressives. Si tel avait été le cas, la familiarisation avec un visage souriant n'aurait favorisé que la reconnaissance du sourire. Ce n'est pas ce qui a été observé et ceci alors même que, dans la condition de familiarisation avec un visage souriant et de reconnaissance du sourire, c'est la même photographie qui a été utilisée (ce qui n'est évidemment pas le cas si l'expression à reconnaître est neutre, i.e. change). Autrement dit, et en reprenant la terminologie de Bruce et Young (1986), la reconnaissance de l'expression "sourire" peut être basée à la fois sur un code "pictural" et aussi, éventuellement, sur une représentation expressive. Malgré cela, l'influence de la familiarisation avec un sourire concerne aussi la neutralité dans une mesure proportionnelle.

L'utilisation d'indices de la théorie de la détection du signal éclaire les modalités d'intervention de la familiarité : elle rend le critère de décision plus strict mais, surtout, elle augmente la discriminabilité de l'expression faciale émotionnelle, notamment lorsque la familiarisation se fait avec des visages souriants. Il apparaît donc une influence précoce de la familiarité sur l'extraction des informations faciales émotionnelles.

Donc, dans cette expérience, l'effet de la familiarité ne peut s'expliquer par l'intervention de représentations mnésiques expressives spécifiques à une personne. Il semblerait plutôt que la familiarité favorise le traitement global de l'expression faciale. On

sait, d'ailleurs, que la familiarité d'un stimulus favorise son traitement (Jacoby & Dallas, 1981). Les visages familiers sont, notamment, traités plus rapidement que les visages inconnus dans des tâches telles que l'appariement d'identité (e. g., Young et al., 1986b). Dans le même ordre d'idées, la recherche de Dubois et al. (1999) indique que la familiarité favorise le traitement de l'information faciale (i.e., le genre), même lorsque cette dernière n'est pas sensée être extraite par le processus qui permet l'accès à l'identité. On peut donc suggérer que l'influence de la familiarité qui est observée ici s'explique par un phénomène d'amélioration du traitement perceptif ; le traitement de l'information faciale est plus efficace lorsque les visages sont familiers, y compris lorsque ce traitement porte sur une information autre que l'identité et la familiarité. Dans ce cas, l'expression d'un visage familier est plus facilement reconnue, quelles que soient ses représentations, expressives ou non, en mémoire. Une nouvelle expérience a donc été réalisée afin d'éprouver la plausibilité d'une telle interprétation.

### **III. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle de visages composites familiarisés (Expérience 9)**

Les participants étaient ici familiarisés avec un visage composite construit par morphing à partir d'une photographie neutre et d'une photographie souriante de la même personne. Ce visage composite présentait la particularité d'être physiquement aussi proche des deux expressions d'origine, mais il était toujours souriant (voir Granato, Bruyer, & Revillon, 1996 ; Pellegrin et al., 1997, 1998). L'apprentissage de ce visage constitue une représentation mnésique qui devrait être expressive, si de telles représentations existent. Si ces représentations existent, elles devraient favoriser la reconnaissance des expressions faciales de même catégorie émotionnelle, i.e. le sourire. On suppose donc que le sourire d'origine devrait être mieux reconnu que la neutralité. Au contraire, si l'influence de la familiarité se joue au niveau perceptif, les deux expressions d'origine devraient être mieux reconnues et dans une mesure similaire.

#### **III.1. Méthode**

---

##### **III.1.1. Participants : ...**

il s'agissait de 32 nouveaux étudiants (27 femmes et 5 hommes) de l'Université Pierre-Mendès France de Grenoble. Ils étaient âgés de 18 à 30 ans et avaient tous une vue normale ou corrigée.

##### **III.1.2. Matériel : ...**

les photographies en noir et blanc de 16 personnes inconnues du matériel de l'Expérience

7 ont été utilisées avec, pour chacune d'elles, une version souriante et une version neutre. Pour chaque personne, le visage a été placé dans un médaillon et un visage composite a été créé en mélangeant la photographie avec l'expression neutre et celle avec l'expression sourire (pour un exemple, voir Figure 22).

Ces visages composites ont aussi été utilisés dans une autre étude où les sujets devaient juger l'expression (Pellegrin et al., 1997, 1998). Ces visages ont été jugés souriants. Ils ont été regroupés en deux classes de 8 personnes. Les photographies composites de 8 autres personnes, ainsi que les photographies normales de 6 personnes (3 souriantes et 3 neutres) ont aussi été utilisées, respectivement pour le test de reconnaissance et l'entraînement de la phase de reconnaissance de l'expression faciale.



*Figure 22 : Exemple de visage composite.*

### III.1.3. Procédure : ...

la procédure est la même que lors de l'expérience précédente, à ceci près que les participants étaient familiarisés par apprentissage de visages composites uniquement. Par contre, lors de la reconnaissance de l'expression faciale, seules les photographies d'origine étaient présentées. Ainsi, les participants apprenaient 8 visages composites souriants. Lors de la reconnaissance de l'expression, la photographie d'origine neutre était présentée pour la moitié des visages composites appris et la photographie d'origine souriante était présentée pour l'autre moitié. Par ailleurs, lors du test de reconnaissance, les nouveaux visages étaient aussi des visages composites souriants. La photographie présentée (souriante vs. neutre) lors de la reconnaissance de l'expression faciale et la classe de 8 visages composites appris étaient contrebalancées entre les participants.

## III.2. Résultats

---



### III.2.1. Pourcentage et latence des réponses correctes : ...

une analyse de variance (2 x 2) a été appliquée au pourcentage et à la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont la familiarité (familiarisés vs. inconnus) et l'expression à reconnaître (neutre vs. souriante). Les deux variables sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par condition sont rapportés dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Pourcentage moyen (%) et latence moyenne (ms) des réponses correctes sur l'expression émotionnelle de visages familiarisés et inconnus.

Familiarité :	Familiarisés				Inconnus											
	Neutre		Sourire		Neutre		Sourire									
% ms	89,8	640	(16,6)	(186)	85,2	588	(17,8)	(128)	88,3	723	(22,0)	(199)	84,4	672	(23,4)	(167)
( ) écart-type																

Aucun effet n'est significatif pour le pourcentage. Pour la latence, l'expression a un effet significatif : les participants reconnaissent plus vite le sourire que la neutralité (630 ms vs. 681 ms ;  $F(1, 31) = 7.81, p < .01$ ). De plus, l'effet de la familiarité est significatif : les participants reconnaissent plus vite l'expression des visages familiarisés (614 ms vs. 697 ms pour les visages inconnus ;  $F(1, 31) = 10.66, p < .01$ ). L'interaction entre ces deux facteurs n'est pas significative.

### III.2.2. Discriminabilité A' et critère de décision B'' : ...

nous avons calculé les indices A' et B'' de la théorie de la détection du signal en considérant que la condition de signal correspond aux situations où le visage sourit alors que le bruit correspond aux conditions où le visage est neutre. Nous avons appliqué une analyse de variance (2) sur A' et B''. La seule variable est la familiarité (familiarisé vs. inconnu) et elle est intra-sujets. Aucun effet n'est significatif ni sur la discriminabilité ni sur le critère de décision.

Les résultats de cette expérience confirment ceux de l'expérience précédente : l'influence de la familiarité ne concerne pas uniquement les expressions apprises, mais toute expression de la personne familiarisée. En d'autres termes, l'effet de la familiarité est le même que l'expression à reconnaître soit identique ou non à celle qui a été apprise. Si l'on considère le gain en latence résultant de la familiarisation avec un visage souriant, on observe qu'il est quasiment le même que l'expression à reconnaître soit neutre ou souriante (respectivement 83 et 84 ms).

Les deux dernières expériences ne nous permettent donc pas de mettre en évidence l'existence de représentations mnésiques expressives spécifiques à une personne connue. Elles ne remettent pas en cause, au contraire, l'existence d'une influence de la familiarité sur le traitement de l'expression faciale, mais il semble que l'explication de cette

influence soit à rechercher ailleurs que dans de telles représentations. Comme nous l'avons déjà suggéré, on peut penser que cet effet résulte d'une facilitation du traitement perceptif due à l'existence de représentations mnésiques de la personne. Cette influence se manifesterait donc à un niveau précoce, commun aux processus de reconnaissance du visage et de traitement de l'expression faciale émotionnelle. Si on se réfère au modèle de Bruce et Young (1986), ce niveau hypothétique pourrait correspondre à l'encodage structural, voir à un niveau antérieur. Une nouvelle expérience a donc été planifiée afin d'évaluer la pertinence de cette dernière hypothèse.

### **IV. Influence de la familiarité sur la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle de visages masqués (Expérience 10)**

L'objectif de cette expérience est de voir si la familiarité d'un visage influence le traitement de l'expression faciale émotionnelle à un niveau précoce de traitement. Plus particulièrement, nous voulions savoir si cette influence intervient au niveau même de l'extraction des informations visuelles permettant la reconnaissance de l'expression. Le paradigme utilisé est celui du masquage (Sperling, 1960 ; Turvey, 1973). La présentation successive et rapide de deux visages provoque le masquage du premier par le second (masquage rétrograde). Seul un visage est alors perçu, le second. Cependant, dans certaines conditions, le premier visage peut aussi interférer avec la perception du second visage (masquage antérograde). Ce type de paradigme a déjà été utilisé dans le domaine de la reconnaissance des visages. Calis et Mens (1986), notamment, ont observé que lors de la présentation successive de deux visages familiers avec la même expression, le second visage tend à être perçu. Cependant, lorsque l'un des deux visages sourit alors que l'autre est neutre, les participants tendent à percevoir le visage souriant, même s'il a été présenté en premier. Les auteurs ont expliqué cet effet par la quantité d'information : le visage souriant apporte une information supplémentaire par rapport au visage neutre. Ce serait la présence de cette information supplémentaire qui favoriserait la perception du premier visage. Selon eux, ces résultats n'invalident pas l'hypothèse d'indépendance. Cependant, notons que, dans leur étude, le sourire oriente la perception vers l'identité de la personne qui l'exprime. On conçoit difficilement comment, si ces deux modules sont indépendants, la sortie d'un module fonctionnel (i.e., traitement de l'expression) peut orienter la sortie d'un autre module fonctionnel (i.e., reconnaissance de la première ou deuxième personne). Au contraire, nous suggérons que le sourire favorise le traitement du visage dans sa globalité, y compris le traitement portant sur des informations normalement prises en charges par d'autres processus. En référence au modèle de Bruce et Young (1986), l'effet du sourire porterait sur l'encodage structural, par un processus descendant.

D'un autre côté, si, comme l'ont suggéré Calis et Mens (1986), le sourire favorise la perception du visage par l'apport d'une information supplémentaire, on peut supposer que

la familiarité du visage devrait avoir le même effet. Cette hypothèse permettrait d'expliquer les effets de familiarité rapportés dans les trois expériences précédentes. Nous avons donc réalisé une expérience où deux visages étaient présentés rapidement, de sorte que le second masque le premier. La tâche requérait une décision qui porte sur l'expression. Les deux visages n'avaient pas la même expression (neutre ou souriante), et les participants devaient indiquer l'expression qu'ils percevaient (souriante ou non souriante). La familiarité des deux visages était aussi manipulée. L'hypothèse est que l'expression d'un visage familier sera plus souvent perçue que celle d'un visage inconnu, quelle que soit sa place dans la séquence temporelle du paradigme.

### IV.1. Méthode

---

#### IV.1.1. Participants : ...

il s'agissait de 32 étudiants (31 femmes et 1 homme) de l'Université Pierre Mendès-France de Grenoble. Ils étaient âgés de 17 à 26 ans et avaient une vue normale ou corrigée.

#### IV.1.2. Matériel : ....

nous avons utilisé les photographies de 48 personnes extraites du matériel de l'Expérience 7, 24 célèbres et 24 inconnues, avec une photographie neutre et une photographie souriante de chaque personne. Les visages étaient placés dans un médaillon comme dans l'Expérience 9. La taille des images (8 cm) et leur luminosité moyenne étaient identiques pour tous les visages. Les personnes étaient ensuite rassemblées par paires et réparties dans 4 groupes de 6 paires chacun ; dans un groupe, les deux visages de chaque paire étaient célèbres alors que dans un autre groupe les deux visages étaient inconnus. Les deux autres groupes rassemblaient des paires comprenant un visage célèbre et un visage inconnu. Durant l'expérience, un visage de la paire était utilisé comme masque antérograde (premier visage) et le second comme cible (second visage).

#### IV.1.3. Procédure : ....

;les participants étaient assis face à un écran, à une distance d'environ 70 cm. Ils étaient informés que deux visages allaient apparaître successivement et rapidement. Leur tâche était de dire, le plus rapidement possible, si le second visage souriait ou non, sans tenir compte du premier visage. L'expérimentateur leur précisait qu'en fait, la plupart du temps, ils ne percevaient qu'un seul visage. Dans ce cas, ils devaient répondre subjectivement sur l'expression perçue. Chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation pendant 500 ms, suivi d'un intervalle blanc d'une durée de 500 ms. Le premier visage apparaissait alors pendant 15 ms suivi par le second, présenté lui aussi pendant 15 ms. Le SOA entre les deux visages était de 60 ms. Pour chaque essai, un des deux visages avait une expression et l'autre avait la seconde expression possible. L'intervalle entre deux essais était de 3 secondes. Chaque participant voyait quatre fois toutes les paires,

dans les deux ordres possibles et avec les deux expressions possibles. Il répondait ainsi à 96 essais. Après l'expérience, les participants ont confirmé qu'ils n'avaient perçu qu'un seul visage pour la majorité des essais. Cependant, ils déclaraient avoir parfois perçu deux visages.

## IV.2. Résultats

### IV.2.1. Pourcentage et latence des réponses correctes : ...

une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été appliquée au pourcentage et à la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont la familiarité du masque antérograde (célèbre vs. inconnu), la familiarité de la cible (célèbre vs inconnu) et l'expression (masque neutre et cible souriante vs. masque souriant et cible neutre). Les trois variables sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 20.

Tableau 20 : Pourcentage moyen (%) et latence moyenne (ms) des reconnaissances correctes de l'expression de la cible en fonction de la familiarité et de l'expression du masque et de la cible.

Familiarité du masque :	Célèbre		Inconnu	
	Célèbre	Inconnue	Célèbre	Inconnue
Familiarité de la cible :				
Masque neutre, cible souriante :				
%	88,1 (10,4)	78,8 (10,2)	88,1 (12,2)	89,1 (9,9)
ms	761 (139)	783 (161)	780 (164)	760 (155)
Masque souriant, cible neutre :				
%	70,7 (15)	74,5 (17,4)	72,6 (17,3)	68,4 (17,9)
ms	825 (147)	809 (131)	831 (158)	850 (165)
( ) écart-type				

L'expression a un effet significatif sur le pourcentage et la latence, les participants percevant plus souvent et plus rapidement l'expression de la cible lorsqu'elle était souriante et le masque neutre que dans le cas inverse (86% vs. 71,6% ;  $E(1, 31) = 29.81$ ,  $p < .01$ , 771 ms vs. 829 ms ;  $E(1, 31) = 33.03$ ,  $p < .01$ ). L'interférence antérograde est donc plus forte quand le masque est souriant et la cible neutre que dans le cas inverse. L'interaction entre la familiarité du masque, la familiarité de la cible et l'expression est aussi significative sur le pourcentage ( $E(1, 31) = 28.95$ ,  $p < .01$ ) et la latence ( $E(1, 31) = 8.96$ ,  $p < .01$ ).

Dans la condition où le masque est neutre et la cible souriante, les participants percevaient moins souvent l'expression de la cible quand elle était inconnue et que le masque était célèbre que dans les trois autres conditions de familiarité (78,8% vs. 88,1%, 89,1% et 88,1% ; plus petite différence :  $F(1, 31) = 16.07$ ,  $p < .01$ ). La familiarité du masque augmente donc l'interférence antérograde, uniquement lorsque la cible est

inconnue. Il n'y a pas d'effet significatif sur la latence ici. Dans la condition où le masque est souriant et la cible neutre, les participants percevaient plus souvent et plus rapidement l'expression d'une cible inconnue quand le masque était célèbre plutôt qu'inconnu (74,5% vs. 68,4% ;  $F(1, 31) = 4.82, p < .05, 809 \text{ ms vs. } 850 \text{ ms}$  ;  $F(1, 31) = 5.78, p < .05$ ). Les autres différences ne sont pas significatives. Contrairement à nos prédictions, et en contradiction avec ce qu'on observe dans la condition d'expression inverse, la familiarité du masque diminue l'interférence antérograde. Notons cependant que, dans cette condition, le masque était familier et souriant. Il tendait donc à être mieux perçu à double titre. On peut donc suggérer que le masque a mieux été perçu par les participants et que ces derniers l'on distingué de la cible.

#### IV.2.2. Discriminabilité ( $d'$ ) et critère de décision ( $\beta$ ) : ...

afin de déterminer si l'effet de la familiarité concerne réellement les aspects perceptifs, nous avons calculé des indices de discriminabilité ( $d'$ ) et de critère de décision ( $\beta$ ) de la théorie de la détection du signal<sup>31</sup>. Le  $d'$  et le  $\beta$  sont calculés pour chaque participant. La condition de signal est celle où la cible est souriante (et le masque neutre), la tâche étant de dire si le visage est souriant ou non. La condition correspondant au bruit est donc celle où la cible est neutre (et le masque souriant). Une analyse de variance (2 x 2) a ensuite été réalisée séparément pour les  $d'$  et les  $\beta$ . Les variables analysées sont la familiarité du masque antérograde (célèbre vs. inconnu) et la familiarité de la cible (célèbre vs. inconnue). Ces deux variables sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Discriminabilité ( $d'$ ) et critère de décision ( $\beta$ ) pour la détection du sourire en fonction de la familiarité du masque et de la cible.

Familiarité du masque :	Célèbre		Inconnu	
	Célèbre	Inconnue	Célèbre	Inconnue
Familiarité de la cible :				
$d'$	2,01 (0,88)	1,63 (0,77)	2,12 (0,95)	1,94 (0,78)
$\beta$	0,91 (2,05)	1,40 (1,99)	1,01 (2,33)	0,55 (0,32)
( ) écart-type				

La familiarité de la cible exerce un effet significatif sur la discriminabilité : l'expression est plus discriminable si la cible est célèbre plutôt qu'inconnue (2,07 vs. 1,79 ;  $F(1, 31) = 6.97, p < .05$ ). La familiarité du masque tend à diminuer la discriminabilité de l'expression de la cible, mais cet effet est marginal ( $F(1, 31) = 4.12$ , avec un seuil de 4.15 pour  $p < .05$ ).

La familiarité du masque a aussi un effet sur le critère de décision qui est moins strict quand le masque est célèbre plutôt qu'inconnu ( $\beta = 1.16$  vs.  $\beta = 0.78$  ;  $F(1, 31) = 5.45, p < .05$ ). De plus, l'interaction entre la familiarité du masque et la familiarité de la cible est,

<sup>31</sup> Les indices  $d'$  et  $\beta$  sont utilisés à la place des indices A' et B'' car les premiers sont ceux que nous avons utilisés dans un premier temps et ils sont communiqués (Baudouin, Sansone, & Tiberghien, 1997). Une seconde raison est que l'utilisation des indices A' et B'' confirme les observations sur le critère de décision, mais seule une tendance, non significative, apparaît sur la discriminabilité.

elle aussi, significative ( $F(1, 31) = 5.73, p < .05$ ). Cette interaction indique que le critère de décision est le moins strict quand le masque est célèbre et la cible inconnue par rapport aux autres conditions de familiarité ( $\beta = 1.40$  vs.  $\beta = 1.01$  lorsque le masque est inconnu et la cible célèbre ;  $F(1, 31) = 7.35, p < .05$ ; vs.  $\beta = 0.91$  lorsque le masque et la cible sont célèbres ;  $F(1, 31) = 19.83, p < .01$ ; et vs.  $\beta = 0.55$  lorsque le masque et la cible sont inconnus ;  $F(1, 31) = 6.15, p < .05$ ). Les autres conditions ne diffèrent pas significativement entre elles.

Globalement, ces résultats confirment donc nos hypothèses. L'interférence antérograde augmente quand le masque antérograde est célèbre alors que la cible est inconnue. En d'autres termes, les participants tendent à percevoir l'expression du premier visage plus souvent s'il est célèbre plutôt qu'inconnu. Cette observation n'est cependant faite que lorsque le masque est neutre (et la cible souriante). Quand le masque est souriant et célèbre, les participants perçoivent mieux l'expression d'une cible neutre et inconnue. Dans ce dernier cas, il semble que l'association de la familiarité et du sourire en masque favorise la discrimination perceptive du masque et de la cible. Percevant plus distinctement le masque, les participants sont alors plus à même de répondre correctement sur l'expression de la cible. Les indicateurs  $d'$  et  $\beta$  de la théorie de la détection du signal permettent de mieux comprendre le rôle de la familiarité ; elle entraîne non seulement un abaissement du critère de décision, mais surtout une augmentation de la discriminabilité de la cible lorsque cette dernière est célèbre. Elle tend même à diminuer la discriminabilité lorsqu'elle est associée au masque. Il est à noter que la familiarité n'influence pas la discriminabilité de l'identité ou de la familiarité elle-même, mais de l'expression faciale émotionnelle.

Ces données montrent que les participants perçoivent plus souvent l'expression du visage masque s'il est souriant et la cible neutre que dans le cas contraire. L'interférence antérograde du sourire est donc plus élevée que celle de l'expression neutre. Toutefois, le protocole expérimental utilisé ici ne permet pas d'en tirer une conclusion définitive. Pour cela, il aurait fallu prendre en considération les deux autres conditions expérimentales où le masque et la cible auraient eu la même expression, souriante ou neutre. Ces conditions expérimentales ne pouvaient pas être mises en oeuvre dans ce paradigme car il n'aurait pas été possible de déterminer objectivement si les participants percevaient l'expression du premier ou du second visage. Cependant, Calis et Mens (1986) ont manipulé ces conditions dans une tâche portant sur l'identité. Ils observent aussi un tel biais du sourire, le masque antérograde étant plus souvent identifié s'il sourit et que la cible est neutre. On peut donc penser que le sourire amplifie l'interférence antérograde, sans doute en augmentant la discriminabilité du visage d'une manière similaire à la familiarité.

## V. Conclusions

La première expérience était basée sur l'hypothèse selon laquelle la familiarité pourrait influencer le traitement de l'expression faciale émotionnelle si celui-ci est ralenti et rendu plus difficile. Cette hypothèse est validée par les résultats obtenus : les participants

reconnaissent plus rapidement l'expression de célébrités que celle d'inconnus uniquement lorsque la présentation du visage est très brève (15 ms). Les deux expériences suivantes avaient pour objet de tester l'hypothèse relative à l'existence de représentations faciales expressives spécifiques à une personne. De telles représentations pourraient aider la reconnaissance des expressions faciales de cette personne lorsque le processus courant de traitement de l'expression est en difficulté. Les résultats obtenus ne sont pas en faveur de cette hypothèse. Ils suggèrent, au contraire, que l'influence de la familiarité se traduit par une facilitation du traitement de l'expression, même si l'expression en question n'a jamais été "expérimentée" pour la personne familière en question. Cette interprétation est partiellement validée par la dernière expérience qui indique, d'une part, que la familiarité tend à augmenter ou à diminuer l'interférence antérograde selon qu'elle est associée au masque ou à la cible et, d'autre part, que la familiarité influence la discriminabilité de l'expression faciale émotionnelle.

La plupart des modèles actuels ne permettent pas de rendre compte des observations que nous venons de rapporter (e. g., Bruce & Young, 1986 ; Hay & Young, 1982). Ces modèles ne prévoient en effet, à aucun stade, une connexion directe entre les processus d'accès à la familiarité et le traitement de l'expression faciale émotionnelle. La seule influence possible est, comme nous l'avons vu au chapitre précédent, par le biais indirect du système cognitif. Or, les résultats des expériences rapportées ici ne peuvent être expliqués en supposant l'intervention de ce système. Tout d'abord, il n'y a aucune raison apparente pour que la familiarité soit un indice utile dans la reconnaissance des expressions faciales émotionnelles. Contrairement à la relation entre le genre et l'identité, la familiarité d'un visage ne permet pas de différencier telle ou telle expression. De plus, et contrairement à l'effet du sourire dans les décisions de familiarité<sup>32</sup>, la familiarité du visage n'entraîne pas ici une augmentation du sentiment d'*expressivité émotionnelle* du visage, mais une amélioration des performances indépendante de la nature de l'expression, souriante ou neutre. En d'autres termes, si l'influence de la familiarité sur la reconnaissance du sourire provoquait simplement un biais dans le sentiment émotionnel du même type que le biais du sourire sur le sentiment de familiarité, on devrait observer une augmentation des fausses alarmes lorsque le visage est émotionnellement neutre. Or, nous avons observé exactement l'inverse. Finalement, L'Expérience 8 suggère que la familiarité agit sur la discriminabilité de l'expression, ce que tend à valider la dernière expérience. L'influence de la familiarité est probablement précoce et se produit, au moins, au stade d'encodage structural du visage ; stade qui permettra la reconnaissance ultérieure de l'état émotionnel.

La familiarité améliore donc le traitement *perceptif*<sup>33</sup> et la mémoire sensorielle d'un visage alors que la tâche n'implique pas directement les processus d'identification du visage. Un parallèle peut être proposé ici avec la recherche de Dubois et al. (1999) où la familiarité des visages favorise la catégorisation du genre et se traduit par une diminution corrélative de l'activité cérébrale des aires visuelles primaires et de l'amygdale. Même si

---

<sup>32</sup> Au cours du chapitre précédent, nous avons rapporté le fait que le sourire augmente le sentiment de familiarité du visage.

<sup>33</sup> Nous utilisons le terme *perceptif* en italique car, à partir du moment où les représentations mnésiques sont impliquées dans l'extraction d'une information, il est difficile de parler de traitement relevant purement de la *perception*.

la tâche ne porte pas sur la même information faciale, cette recherche, combinée avec la nôtre, suggère que la familiarité favorise le traitement perceptif de toute information qui concerne le visage. Si on se réfère au modèle de Bruce et Young (1986), un tel phénomène n'est envisageable que s'il existe une influence descendante ayant son origine au niveau des unités de reconnaissance du visage, où la familiarité est détectée, vers le niveau d'encodage structural, y compris la description dépendante du point de vue (description à la base du traitement de l'expression faciale émotionnelle). Les résultats que nous avons obtenus s'expliqueraient alors par un meilleur encodage structural du stimulus facial. Le code extrait étant ainsi de meilleure qualité, les processus qui l'utilisent ensuite seront plus fiables, plus rapides, et moins sensibles à l'interférence. De telles connexions, qui n'existaient pas dans le modèle de Bruce et Young (1986), ont d'ailleurs été proposées très récemment par Haxby et al. (2000) dans leur modèle de la reconnaissance des visages.

Ainsi, l'expression faciale émotionnelle, l'identité et la familiarité d'un visage ne sont pas extraites par des processus totalement indépendants. Bien sûr de nombreuses études en neuropsychologie et en neurophysiologie ont montré que ces processus sont corrélés avec l'activité de régions cérébrales distinctes. Il est important cependant de constater que ces régions sont en interrelation constante. Les données que nous avons présentées démontrent clairement que la familiarité peut favoriser le traitement perceptif des autres informations faciales. Il apparaît aussi que l'expression émotionnelle ou le genre d'un visage sont des indices, plus ou moins fiables, qui sont utilisés dans l'évaluation de la familiarité d'un visage ou de son identité.

Les données que nous avons présentées dans les trois derniers chapitres nous indiquent clairement qu'il y a des interactions entre les processus de traitement de trois types d'information faciale ; l'identité/familiarité, l'expression faciale émotionnelle et le genre. Elles confortent les hypothèses que nous avons formulé au cours du Chapitre 3 : les différentes informations ne sont pas extraites par des modules encapsulés mais par des processus en interaction. Comment, dans ces conditions, le système cognitif peut-il répondre spécifiquement à une information sans prendre en considération les variations potentielles des autres ? Nous avons souligné, dans le Chapitre 3, que certains patients neurologiques perdent cette capacité (e. g., Young et al., 1996). Elle semble donc nécessiter l'intégrité neurologique C'est cette hypothèse que nous avons voulu éprouver avec des patients schizophrènes.



## Chapitre 8 : Schizophrénie et traitement de l'information faciale

*La première expérience que nous allons rapporter ici a donné lieu à une communication affichée.*

*Martin, F., Franck, N., Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (2000). Facial emotion and identity recognition in schizophrenia. Schizophrenia : From prediction to prevention (Congrès organisé par l'Ecole Normale Supérieure). Lyon (France) : novembre 2000.*

De nombreuses recherches indiquent que les patients schizophrènes sont atteints non seulement dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle, mais aussi des autres informations faciales (e. g., Archer et al., 1992, 1994 ; Evangeli & Broks, 2000 ; Gessler et al., 1989 ; Salem et al., 1996). Certains auteurs ont suggéré que ce déficit résulte de la mauvaise extraction d'un "code structural" (Archer et al., 1992, 1994). D'autres ont proposé que le déficit attentionnel observé, par ailleurs, chez les schizophrènes (e. g., Everett, LaPlante, & Thomas, 1989 ; Schooler, Neumann, Caplan, & Roberts, 1997) est à l'origine de leurs mauvaises performances avec les visages (e. g., J. Addington & D. Addington, 1998). Les deux hypothèses ne s'excluent pas mutuellement ; on peut suggérer que les patients schizophrènes ont des difficultés à construire une représentation suffisamment fiable du visage du fait de problèmes attentionnels. Ces patients présentent en effet, par rapport aux participants contrôles, des patterns d'exploration oculaire inhabituels dans des tâches impliquant le traitement de l'expression faciale émotionnelle (Streit, Wolwer, & Gaebel, 1997) ou de l'identité (Williams,

Loughland, Gordon, & Davidson, 1999). Une telle observation est compatible avec l'hypothèse d'un déficit représentationnel résultant du fait que les schizophrènes ne portent pas leur attention sur les caractéristiques pertinentes du visage.

Archer et al. (1992, 1994) ont mis l'hypothèse de la modularité du traitement des différentes informations faciales à l'épreuve de la schizophrénie. Ils ont demandé à leurs patients de réaliser trois tâches consistant respectivement en la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle, l'appariement d'identité de visages inconnus et la reconnaissance de visages célèbres. Ils ont observé que, lorsqu'on les considère en groupe, les patients schizophrènes sont atteints pour les trois tâches. Cependant, l'étude individuelle des patients a révélé que certains ne sont atteints que pour une des trois tâches, pas nécessairement la même. Archer et al. (1994) ont par ailleurs observé que l'utilisation de stimuli dynamiques permet aux schizophrènes d'atteindre un niveau de performance normal pour toutes les tâches, sauf celle portant sur l'expression. Ils ont donc conclu qu'il y a trois processus indépendants qui sont impliqués spécifiquement dans chaque tâche (Bruce & Young, 1986).

Plusieurs points méritent cependant d'être soulignés. Tout d'abord, Salem et al. (1996) ont observé que les déficits entre le traitement de l'expression faciale émotionnelle et celui de l'identité sont corrélés chez les patients schizophrènes. En d'autres termes, un patient qui présente un déficit pour une tâche tend à présenter un déficit d'amplitude similaire pour l'autre tâche. On peut donc se poser une question à propos des résultats de Archer et al. (1992, 1994) : est-ce que les patients qui sont atteints pour une tâche tendent à avoir de moins bonnes performances pour les autres aussi ? Plus formellement, y a-t-il une corrélation entre les performances aux différentes tâches ? On peut effectivement penser que, pour un patient donné, ses performances sont moins bonnes pour toutes les tâches, mais ne franchissent la "limite" de la normalité que pour certaines. Nous avons calculé le coefficient de corrélation par rang de Spearman à partir des données rapportées par Archer et al. (1992, 1994). Pour les 12 patients de l'étude de 1992, la corrélation est significative entre la tâche de reconnaissance de personnes célèbres et celle de reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle ( $\rho = .69$ ,  $p < .05$ ). Elle tend aussi à être significative entre la reconnaissance de visages célèbres et l'appariement d'identité de visages inconnus ( $\rho = .68$ ,  $p < .07$ ). Elle ne l'est pas, par contre, entre cette dernière tâche et la reconnaissance de l'expression ( $\rho = .41$ ,  $p > .30$ ). Aucune corrélation n'est significative pour les 10 patients de l'étude de 1994. Cependant, ne pas constater une corrélation significative ne veut pas dire qu'il n'y en a pas, d'autant plus que le nombre de patients étudiés est très petit. En définitive, des performances faibles pour certaines tâches s'accompagnent de performances proportionnellement faibles dans d'autres tâches. On peut alors penser que l'observation de dissociations résulte du fait que, même si les performances diminuent pour toutes les tâches, elles n'atteignent le seuil d'anormalité que pour certaines et ne font que s'en approcher pour les autres, sans le franchir<sup>34</sup>.

Un autre point concerne la tâche elle-même : lorsque le traitement d'une information

---

<sup>34</sup> Cette conclusion peut d'ailleurs être généralisée à d'autres dissociations observées chez des patients présentant des lésions cérébrales localisées comme, par exemple, les patients prosopagnosiques...

est étudié, les autres informations sont, bien souvent, éliminées de l'expérience. Par exemple, tous les visages ont la même expression lorsque la tâche est de reconnaître une personne célèbre ou d'apparier des visages inconnus. De même, tous les visages sont inconnus lorsque la tâche porte sur l'expression faciale émotionnelle. Souvent, d'ailleurs, la même personne exprime les différentes expressions faciales émotionnelles lorsque les participants doivent choisir parmi deux expressions (e. g., Archer et al., 1992, 1994). Pourtant, l'indépendance des processus implique que chaque information puisse être extraite indépendamment des variations des autres informations. Par ailleurs, d'autres études ont montré que les variations d'une dimension peuvent interférer sur le traitement d'une autre dimension, que ce soit chez des participants sains (Schweinberger & Soukup, 1998 ; Schweinberger et al., 1999) ou suite à des lésions hémisphériques droites (Etcoff, 1984) ou à une amygdalectomie (Young et al., 1996). Cette dernière observation revêt une importance particulière quand les troubles des patients schizophrènes sont mis en parallèle avec les déficits observés à la suite d'une atteinte de l'amygdale (Evangeli & Broks, 2000). On peut ainsi se demander si les patients schizophrènes sont capables de traiter une information sans qu'il y ait interférence d'autres informations.

Les deux expériences qui vont suivre avaient pour objectif de tester les capacités de patients schizophrènes pour le traitement de l'expression et de l'identité. Les deux processus ont été comparés en utilisant strictement le même matériel et le même protocole expérimental. Lorsque la consigne amenait le participant à traiter une dimension, l'autre dimension était manipulée, i.e. elle variait ou, au contraire, elle était maintenue constante. La première expérience est une tâche classique d'appariement avec délai : les participants voyaient un premier visage, puis un second, et ils devaient décider si les deux visages appartenaient (ou non) à la même personne ou s'ils exprimaient (ou non) la même émotion. La seconde expérience est une tâche de classification adaptée du paradigme de Garner (1984, 1986), déjà utilisé pour l'étude des visages par Etcoff (1984), Schweinberger et Soukup (1998) et Schweinberger et al. (1999).

## I. Appariement de visages selon leur émotion et leur identité (Expérience 11)

### I.1. Méthode

---

#### I.1.1. Participants : ...

il s'agissait de 20 patients schizophrènes (5 femmes et 15 hommes) hospitalisés à l'hôpital psychiatrique du Vinatier (Bron) et de 20 participants contrôles (7 femmes et 13 hommes). L'âge moyen des patients était de 38;1 ans (de 21 à 60 ans, écart-type : 9;6). Ils avaient un diagnostic de schizophrénie sur la base du DSM-IV (American Psychiatric

Association, 1994). Les critères d'exclusion étaient des troubles visuels, un historique de maladie neurologique ou de traumatisme, un passé toxicomane ou alcoolique ou un âge supérieur à 65 ans. Tous les patients étaient sous traitement au moment de la passation, essentiellement de l'olanzapine et du rispéridone, et ils étaient cliniquement stables. Leurs résultats à différents tests (SANS, SAPS, Mattis, Stroop, Trail Making Test) sont présentés dans le Tableau 22. Les participants contrôles ne présentaient aucun passé neurologique ou psychiatrique. Leur âge moyen était de 36 ans (de 21 à 55 ans, écart-type : 14). Ils ne se distinguaient pas des patients au niveau du sexe ( $\chi^2 = 1.07$ ) et de l'âge ( $T = 0.54$ ).

Tableau 22 : Descriptif des patients schizophrènes.

Patient	SAP	SAN	Duré d'exécution (ans)	Age	Sexe	MATTIS					STROOP				TMT	
						Attention	Fluence	Conséquences	Émotions	Objets	Mots	couleurs	mots- couleurs	couleurs	couleurs	couleurs
1	30	10	36	f	37	37	6	39	24	143	74	69	20*	35	67	
2	15	5	10	32	h	37	37	6	39	25	144	89	55	27	76*	103
3	61	23	11	33	h	37	25	6	34	25	127	83	57	34	88*	138
4	30	34	7	36	h	non testé										
5	60	27	14	37	h	non testé										
6	58	43	6	31	h	non testé										
7	23	41	4	44	h	37	37	6	39	25	144	74	46*	21*	115*	éch.
8	16	44	1	26	f	35	37	6	34	25	137	66	54	27	65*	éch.
9	30	76	34	60	h	35	25	6	29	18	113	53*	26*	14*	101*	éch.
10	15	57	19	39	h	non testé										
11	6	42	1	21	f	non testé										
12	25	58	24	58	h	non testé										
13	34	10	22	43	f	36	37	6	39	22	140	100	70	37	33	67
14	23	17	23	44	H	36	37	6	39	25	143	114	81	41	32	éch.
15	13	55	5	30	h	36	30	6	33	21	126	73	51	23*	52	éch.
16	10	58	6	31	h	non testé										
17	17	50	11	35	h	non testé										
18	23	75	14	43	h	37	37	6	39	25	144	67*	60	23*	58	150
19	26	67	19	42	h	37	27	6	39	25	134	84	64	31	69*	133
20	17	46	6	42	F	non testé										

\* : performances à plus de deux écart-types de la moyenne de la population contrôle, éch. : n'a pas pu réaliser la tâche.

### I.1.2. Matériel : ...

il s'agissait des photographies de 5 hommes issus de la base de visages décrite au Chapitre 4. Aucun n'avait de signes distinctifs particuliers, ils avaient les cheveux châtons foncés ou bruns, leur âge moyen était de 26 ans (de 24 à 29 ans) et ils étaient inconnus des participants à l'expérience. Ont été sélectionnées 5 photographies où ils exprimaient 5 émotions (joie, tristesse, peur, dégoût et colère). Le critère de sélection était le suivant : chaque expression doit avoir été jugée comme renvoyant à l'émotion voulue par plus de

55% des participants lors du pré-test de l'expression. Un exemple de photographies utilisées est présenté en Figure 23.

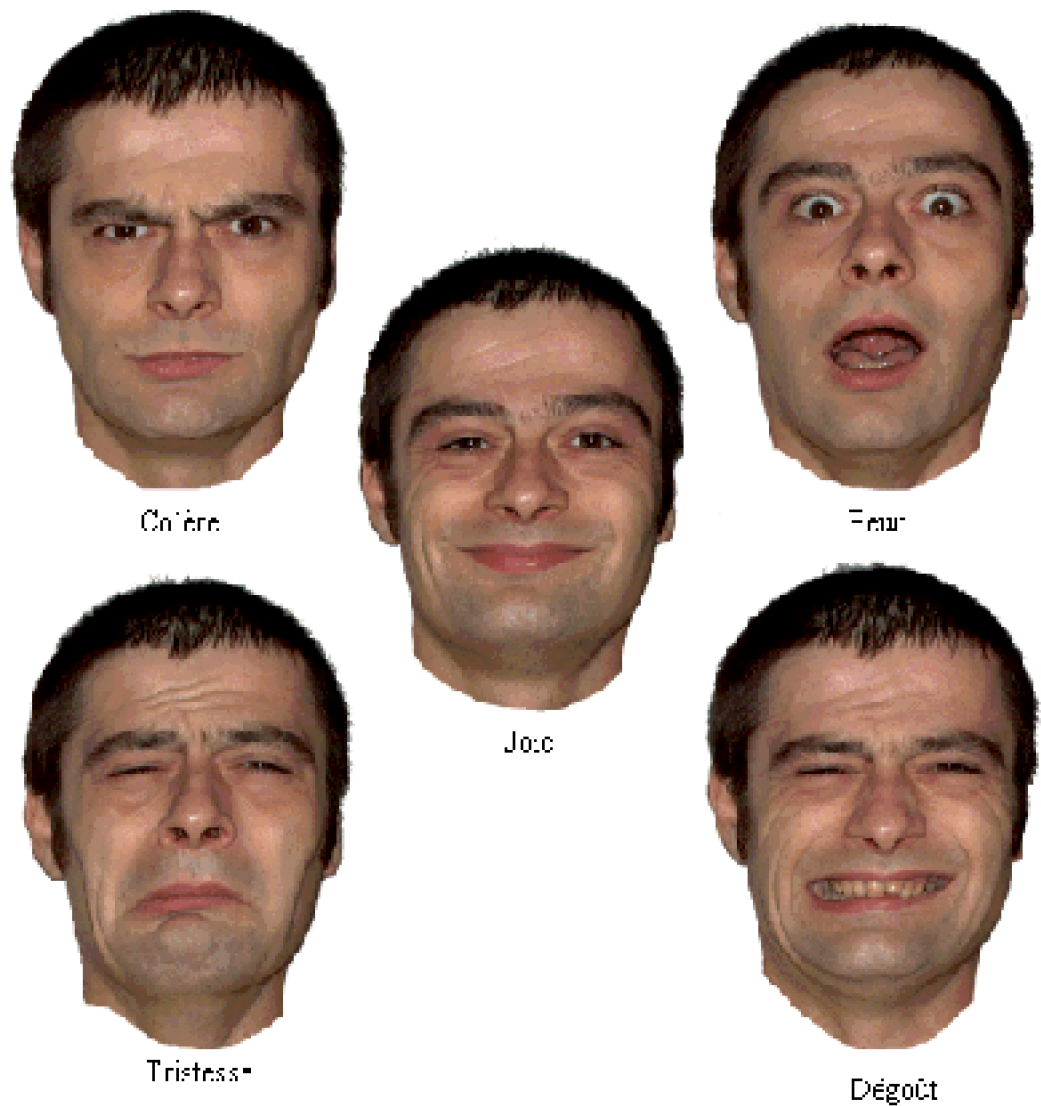


Figure 23 : Exemples de photographies utilisées.

### I.1.3. Procédure : ...

les participants étaient assis face à l'écran et à une distance d'environ 70 cm. L'expérimentateur les avertissait que deux visages allaient apparaître, l'un après l'autre, le premier à gauche de l'écran et le second à droite. Leur tâche était de dire, le plus rapidement possible, s'ils exprimaient la même émotion / s'ils appartenaient à la même personne. Chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation au centre de l'écran pendant 1 seconde. Après un écran blanc de 500 ms, un premier visage apparaissait à droite de l'écran pendant une seconde. Puis, après un nouvel écran blanc de 1 seconde, le second visage apparaissait à droite de l'écran et restait visible jusqu'à la réponse du participant. Les deux visages avaient soit la même expression, soit deux

expressions différentes. De plus, ils appartenait soit à la même personne, soit à deux personnes différentes. Chaque participant voyait les 5 personnes avec les 5 émotions.

Les personnes et les émotions étaient associées par paires de manière à constituer toutes les paires possibles de personnes et d'émotions. Pour chaque information (personne ou émotion), on avait donc 10 paires possibles (i.e., personnes A/B, A/C, A/D, A/E, B/C, B/D, B/E, C/D, C/E, D/E et émotions joie/tristesse, joie/colère, joie/dégoût, joie/neutre, tristesse/colère, tristesse/dégoût, tristesse/neutre, colère/dégoût, colère/neutre, dégoût/neutre). Pour un participant donné, une paire de personnes était toujours associée à une paire d'émotion ; par exemple, la paire de personnes A/B était associée à la paire d'émotion joie/colère. On avait donc en tout 4 photographies différentes pour ces 2 paires (personne A joyeuse et en colère, personne B joyeuse et en colère). Toutes les combinaisons possibles de ces photographies étaient présentées aux participants, soit 16 combinaisons en tenant compte du fait que les photographies pouvaient se répéter. Ainsi, les combinaisons présentaient, pour moitié, une personne identique ou une personne différente. De plus, dans les deux catégories, l'expression émotionnelle était identique ou différente dans la moitié des cas. Les autres paires de personnes et les autres paires d'émotions étaient, elles aussi, associées par paires pour le même participant. Ainsi, le participant voyait toutes les combinaisons possibles de personnes et toutes les combinaisons possibles d'émotions, avec la même probabilité d'apparition des différents événements manipulés (même personne et émotion, personnes et émotions différentes, même personne et émotions différentes, personnes différentes et même émotion). Chaque participant recevait ainsi 160 essais. L'association entre une paire de personnes donnée et une paire d'émotions donnée était contre-balançée sur l'ensemble des participants.

L'expérience comprenait deux sessions distinctes, une où les participants devaient dire si les personnes étaient les mêmes et l'autre où ils devaient dire si les émotions étaient les mêmes. Les 160 essais étaient présentés dans chaque session. Ainsi, ce sont exactement les mêmes stimuli qui ont été utilisés pour l'appariement de l'expression faciale émotionnelle et pour l'appariement d'identité. L'ordre de ces deux sessions était contrebalancé entre les participants. Afin d'éviter toute persévération, les deux sessions étaient séparées de plusieurs jours pour les patients schizophrènes.

## I.2. Résultats

---

### I.2.1. Pourcentage et latence des appariements corrects : ...

une analyse de variance ( $2 \times 2 \times 2 \times 2$ ) a été appliquée au pourcentage et à la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont le groupe (patients schizophrènes vs. participants contrôles), la consigne (émotion vs. identité), la réponse attendue (même vs. différent) et le changement de l'autre dimension (oui vs. non). La première variable est une variable inter-sujets alors que les trois autres sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 23.

**Tableau 23 : Pourcentage moyen (%) et latence moyenne (ms) des réponses correctes des schizophrènes et**

des contrôles lors de l'appariement de l'émotion ou de l'identité avec changement ou non de l'autre dimension.

Consigne	Emotion				Identité			
	Même		Différent		Même		Différent	
Réponse	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui
Pourcentage (%) :								
Schizophrénie	82,4 (13,1)	48,4 (27,6)	81,4 (21,1)	80,1 (18,8)	90,6 (8,6)	80,5 (25,7)	91,9 (10,0)	92,0 (11,8)
Contrôles	98,1 (2,3)	71,5 (12,3)	93,9 (8,5)	84,8 (10,0)	98,3 (2,3)	96,1 (3,8)	95,3 (5,6)	96,4 (3,8)
Latence (ms) :								
Schizophrénie	1138 (255)	1643 (708)	1426 (366)	1426 (394)	1121 (442)	1242 (548)	1312 (895)	1225 (582)
Contrôles	833 (218)	1283 (298)	1041 (235)	1176 (321)	747 (204)	886 (248)	811 (219)	816 (227)
( ) : écart-type								

Le groupe a un effet significatif sur le pourcentage et la latence : les patients schizophrènes répondaient moins bien (82,2% vs. 91,8% ;  $F(1, 38) = 20.35, p < .0001$ ) et plus lentement que les participants contrôles (1317 ms vs. 949 ms ;  $F(1, 38) = 12.93, p < .001$ ). L'effet de la consigne est lui aussi significatif pour les deux indicateurs : les réponses étaient moins bonnes pour l'expression que pour l'identité (81,3% vs. 92,6% ;  $F(1, 38) = 69.94, p < .0001$ ) et elles étaient plus lentes (1246 ms vs. 1020 ms ;  $F(1, 38) = 11.86, p < .01$ ). La réponse attendue a aussi un effet significatif sur le pourcentage : les participants répondaient mieux lorsque la réponse était "différente" plutôt que "même" (89,5% vs. 84,5 % ;  $F(1, 38) = 5.61, p < .05$ ). Le changement a un effet significatif pour le pourcentage et la latence : les performances étaient meilleures et plus rapides lorsque la seconde dimension ne changeait pas (92,7% vs. 81.2% ;  $F(1, 38) = 95.26, p < .0001$  et 1054 ms vs. 1212 ms ;  $F(1, 38) = 39.99, p < .0001$ ).

L'interaction entre la consigne et le changement ainsi que l'interaction entre la réponse attendue et le changement sont toutes deux significatives pour le pourcentage (respectivement  $F(1, 38) = 145.78, p < .0001$  et  $F(1, 38) = 32.71, p < .0001$ ) et pour la latence (respectivement  $F(1, 38) = 32.24, p < .0001$  et  $F(1, 38) = 37.64, p < .0001$ ). De plus, l'interaction double entre la consigne, la réponse attendue et le changement est significative à la fois pour le pourcentage ( $F(1, 38) = 18.69, p < .001$ ) et pour la latence ( $F(1, 38) = 7.55, p < .01$ ). Cette dernière interaction indique que l'interaction entre la réponse attendue et le changement est significative lorsque la consigne portait sur l'émotion ( $F(1, 38) = 31.58, p < .0001$  pour le pourcentage et  $F(1, 38) = 34.25, p < .0001$  pour la latence) et lorsque la consigne portait sur l'identité ( $F(1, 38) = 6.84, p < .05$  pour le pourcentage et  $F(1, 38) = 8.68, p < .01$  pour la latence). Nous décomposerons donc uniquement les effets de la réponse attendue et du changement, d'une part, lorsque la consigne portait sur l'émotion et, d'autre part, lorsqu'elle portait sur l'identité.

Lorsque la consigne portait sur l'émotion, le changement de personne a gêné

l'appariement quand l'émotion était la même (59,9% vs. 95,3% quand la personne ne changeait pas ;  $F(1, 38) = 115.16, p < .0001$  et 1463 ms vs. 986 ms ;  $F(1, 38) = 46.44, p < .0001$ ), la différence n'étant pas significative lorsque l'émotion était différente. Lorsque la consigne était sur l'identité, le changement d'expression a gêné l'appariement lorsque les deux visages appartenaient à la même personne (88,3% vs. 94,4% ;  $F(1, 38) = 5.21, p < .05$  et 1064 ms vs. 934 ms ;  $F(1, 38) = 35.94, p < .0001$ ) mais n'a eu aucun effet lorsqu'ils appartenaient à deux personnes différentes. Donc, le changement de la seconde dimension gêne l'appariement - quelle que soit l'information - pour décider que les deux visages sont les mêmes selon la première dimension. Lorsqu'ils sont différents, le changement de l'autre dimension ne favorise pas la réponse. De plus, le changement de l'autre dimension a un effet plus important lorsque l'appariement porte sur l'expression (i.e., l'identité change) que lorsqu'il porte sur l'identité (i.e., l'expression change) : la chute des performances est, respectivement, de 35,4% et 6,1%, l'augmentation de la latence est, respectivement, de 477 ms et 130 ms.

L'interaction entre le groupe, la réponse attendue et le changement est aussi significative pour le pourcentage ( $F(1, 38) = 6.26, p < .05$ ). Elle indique que l'interaction entre la réponse attendue et le changement est significative pour les patients schizophrènes ( $F(1, 19) = 17.96, p < .001$ ) et pour les participants contrôles ( $F(1, 19) = 43.47, p < .0001$ ). Pour ces derniers, changer la seconde dimension a fait chuter leurs performances quand la réponse était "même" (83,8% vs. 98,2% ;  $F(1, 19) = 101.94, p < .0001$ ) ou "différent" (90,6% vs. 94,6% ;  $F(1, 19) = 17.28, p < .001$ ), mais la chute était plus importante quand la réponse attendue était "même" (14,4% vs. 4,0%). Pour les patients schizophrènes, le changement de la seconde dimension a fait chuter les performances quand la réponse était "même" (64,4% vs. 91,5% ;  $F(1, 19) = 29.78, p < .0001$ ) mais la différence n'est pas significative lorsque la réponse était "différent". De plus, lorsque la réponse était "même" et que la seconde dimension changeait, la chute des performances était plus importante pour les patients schizophrènes que pour les participants contrôles (27,1% vs. 14,4%). Finalement, les patients schizophrènes ont eu des performances inférieures aux participants contrôles dans quasiment toutes les conditions, sauf quand la réponse attendue était "différent" et que la seconde dimension changeait.

Pour résumer ces résultats, tous les participants ont été gênés par le changement de la seconde dimension, surtout s'il s'agissait d'un changement d'identité lors de l'appariement sur l'émotion. De plus, la perturbation était plus importante pour les patients schizophrènes. L'observation du Tableau 23 indique, par ailleurs, que ces patients répondaient au hasard lorsque la consigne portait sur l'émotion, que l'émotion était la même mais que les personnes étaient différentes (48,4%, le hasard étant de 50%). Aucune autre interaction n'est significative, notamment les interactions entre le groupe et la consigne et l'interaction globale. Par conséquent, les patients schizophrènes ne sont pas significativement plus atteints pour une consigne que pour l'autre.

### **1.2.2. Discriminabilité (A') et Critère de décision (B'') : ...**

nous avons utilisé deux mesures de la théorie de la détection du signal - A' et B'' - afin de déterminer si le problème des patients schizophrènes relève de la discrimination de



l'information faciale ou du critère de décision qu'ils adoptent. Le signal correspond à la situation où le second visage exprimait la même émotion ou appartenait à la même personne que le premier visage, selon la consigne. Le bruit correspond, par conséquent, à la situation où le second visage était différent du premier selon la consigne. Chaque indice a été calculé individuellement pour chaque participant. Une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été réalisée sur A' et sur B". Les variables analysées sont le groupe (patients schizophrènes vs. participants contrôles), la consigne (émotion vs. identité) et le changement de l'autre dimension (oui vs. non). La première variable est une variable inter-sujets alors que les deux autres sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Discriminabilité (A') et critère de décision (B") des schizophrènes et des contrôles lors de l'appariement de l'émotion ou de l'identité avec changement ou non de l'autre dimension.

Consigne	Emotion		Identité	
	Non	Oui	Non	Oui
<u>Discriminabilité (A') :</u>				
Schizophrènes	0,92	0,70	0,95	0,91
	(0,10)	(0,18)	(0,04)	(0,11)
Contrôles	0,98	0,86	0,98	0,98
	(0,02)	(0,08)	(0,02)	(0,02)
<u>Critère de décision (B") :</u>				
Schizophrènes	0,23	-0,63	0,03	0,43
	(0,72)	(0,38)	(0,69)	(0,61)
Contrôles	0,47	-0,72	-0,13	0,21
	(0,68)	(0,25)	(0,86)	(0,73)
( ) : écart-type				

La consigne a un effet significatif sur la discriminabilité et le critère de décision : la discriminabilité était meilleure et le critère plus strict lorsque la consigne portait sur l'identité plutôt que sur l'émotion (0,96 vs. 0,86 pour A' ;  $F(1, 38) = 42.95, p < .0001$  et 0,14 vs. -0,16 pour B" ;  $F(1, 38) = 5.05, p < .05$ ). Le changement a aussi un effet significatif sur les deux indices : la discriminabilité était meilleure et le critère de décision plus strict lorsqu'il n'y avait pas changement de la seconde dimension (0,96 vs. 0,86 pour A' ;  $F(1, 38) = 58.53, p < .0001$  et 0,15 vs. -0,18 pour B" ;  $F(1, 38) = 14.10, p < .001$ ). De plus, l'interaction entre ces deux facteurs - consigne et changement - est significative pour la discriminabilité ( $F(1, 38) = 85.69, p < .0001$ ) et le critère de décision ( $F(1, 38) = 56.41, p < .0001$ ). Elle indique que la discriminabilité était moins bonne et le critère moins strict lorsque la consigne portait sur l'émotion, avec changement d'identité, que dans toutes les autres conditions (pour A' : 0,78 vs. 0,95, 0,95 et 0,97, plus petite différence :  $F(1, 38) = 67.05, p < .0001$  ; pour B" : -0,68 vs. 0,35, 0,32 et -0,05, plus petite différence :  $F(1, 38) = 19.15, p < .0001$ ). Les trois autres conditions ne diffèrent pas pour la discriminabilité. Pour le critère de décision, il était moins strict lorsque la consigne portait sur l'identité et que l'émotion ne changeait pas que, d'une part, lorsque la consigne portait sur l'identité et que l'émotion changeait (-0,05 vs. 0,32 ;  $F(1, 38) = 7.31, p < .05$ ) ou,

d'autre part, lorsque la consigne portait sur l'émotion et que l'identité ne changeait pas (-0,05 vs. 0,35 ;  $F(1, 38) = 5.25, p < .05$ ).

Le groupe n'a aucun effet sur le critère de décision, seul ou en interaction. Par contre, l'effet du groupe est significatif pour la discriminabilité : elle était moins bonne pour les patients schizophrènes (0,87 vs. 0,95 pour les contrôles ;  $F(1, 38) = 16.08, p < .001$ ). De plus, le groupe interagit significativement avec le changement pour la discriminabilité ( $F(1, 38) = 6.58, p < .05$ ) : cette dernière était moins bonne quand la seconde dimension changeait pour les participants contrôles (0,92 vs. 0,98 ;  $F(1, 38) = 12.93, p < .001$ ) comme pour les patients schizophrènes (0,81 vs. 0,93 ;  $F(1, 38) = 52.18, p < .0001$ ) mais la baisse de discriminabilité due au changement était deux fois plus importante pour les schizophrènes (0,12 vs. 0,06). Néanmoins, les patients avaient une discriminabilité inférieure aux contrôles que la seconde dimension change ( $F(1, 38) = 13.74, p < .001$ ) ou non ( $F(1, 38) = 11.60, p < .01$ ). L'interaction entre le groupe, la consigne et le changement n'est pas significative.

### **1.2.3. Corrélation entre les deux tâches : ...**

afin de déterminer si les performances pour les deux informations sont liées, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Spearman entre le pourcentage et la latence d'appariements corrects de l'émotion et de l'identité. Nous avons calculé ce coefficient en considérant, dans un premier temps, tous les participants ensemble puis, dans un second temps, nous avons analysé les schizophrènes et les contrôles séparément. Les résultats sont présentés dans la Figure 24.

En considérant l'ensemble des participants, la corrélation est significative entre le pourcentage d'appariement de l'émotion et de l'identité ( $\rho = .53, p < .001$ ) ainsi qu'entre leurs latences ( $\rho = .72, p < .0001$ ). Il apparaît donc que lorsqu'un participant est moins bon pour traiter l'identité, il tend à l'être aussi pour traiter l'expression émotionnelle. Si on considère uniquement les schizophrènes, la corrélation est toujours significative pour le pourcentage ( $\rho = .53, p < .05$ ) et pour la latence ( $\rho = .61, p < .01$ ). Donc, le déficit pour traiter l'identité s'accompagne d'un déficit proportionnel dans le traitement de l'expression faciale émotionnelle. Considérer les participants contrôles isolément indique que la corrélation est toujours significative pour la latence ( $\rho = .62, p < .01$ ), mais elle ne l'est plus pour le pourcentage ( $\rho = .14$ )<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> Notons que les performances sont très bonnes pour les contrôles surtout pour l'appariement d'identité (voir Tableau 23). L'absence de corrélation significative peut donc s'expliquer par un effet plafond.

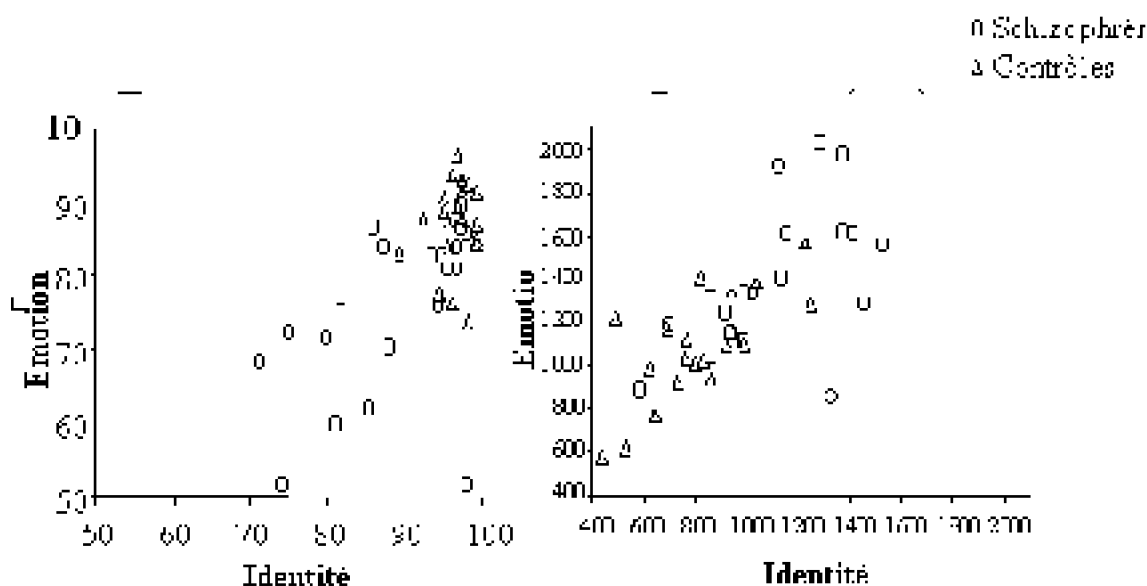


Figure 24 : Corrélation entre les performances pour l'appariement d'émotion et d'identité des schizophrènes et des contrôles.

#### 1.2.4. Etude individuelle de cas : ...

les patients schizophrènes sont ici étudiés individuellement. Pour chaque condition expérimentale, un niveau de performance normal est déterminé à partir des performances des participants contrôles. En adoptant l'approche de Archer et al. (1992, 1994), la performance d'un patient schizophrène est considérée atteinte lorsqu'elle est inférieure de plus de deux écart-types à la performance des participants contrôles. Les performances individuelles des patients sont présentés dans le Tableau 25.

L'observation du Tableau 25 indique que 7 patients schizophrènes sont atteints pour les deux tâches, 1 n'est atteint que pour l'émotion et 3 ne sont atteints que pour l'identité. Il apparaît donc, comme le suggéraient Archer et al. (1992, 1994), que certains patients sont atteints spécifiquement dans le traitement d'une des informations. Néanmoins, pratiquement la moitié des schizophrènes ont des performances normales (9/20). Parmi ceux qui sont atteints, une grande partie le sont pour les deux informations (7/11).

Il apparaît aussi que certains patients préservés - en moyenne générale - pour une information sont en fait atteints pour certaines conditions. C'est le cas pour l'émotion des patients 8 et 18 et, pour l'identité, des patients 4, 8, 16 et 20. Il faut remarquer que dans tous ces cas, la condition où les deux photographies étaient exactement les mêmes est atteinte. Cette condition est aussi très souvent atteinte pour les patients ayant un déficit à un niveau général. Lorsque la photographie était la même, les participants contrôles ont eu des performances quasi-parfaites, ce qui s'explique très certainement par la reconnaissance de la photographie en plus de celle de l'émotion/identité. Il apparaît donc que certains patients schizophrènes ne parvenaient pas à détecter que la photographie était la même et que, par conséquent, l'émotion ou la personne ne pouvaient qu'être les mêmes. Ils semblent donc présenter un problème au niveau du code "pictural" (Bruce & Young, 1986)<sup>36</sup>.

Tableau 25 : Etude individuelle des performances des schizophrènes.

<sup>36</sup> Notons cependant que dans cette condition les performances des contrôles sont très bonnes, quasiment parfaites, et que l'écart-type est relativement faible.

Consigne	Emotion					Identité				
	Même		Différent		Moy.	Même		Différent		Moy.
Changement	Non	Oui	Non	Oui		Non	Oui	Non	Oui	
<u>Contrôles :</u>										
Moyenne	98,13	71,50	93,88	84,75	<b>87,06</b>	98,25	96,13	95,25	96,38	<b>96,50</b>
écart-type	2,28	12,34	8,49	9,96	<b>5,99</b>	2,31	3,76	5,55	3,85	<b>2,50</b>
<u>Schizophrènes :</u>										
Patient 1	100	70	100	90	<b>90</b>	97,5	95	97,5	100	<b>97,5</b>
Patient 2	100	77,5	82,5	72,5	<b>83,1</b>	92,5	90	97,5	95	<b>93,8</b>
Patient 3	97,5	75	95	80	<b>86,9</b>	100	92,5	97,5	100	<b>97,5</b>
Patient 4	100	47,5	92,5	92,5	<b>83,1</b>	92,5*	95	95	97,5	<b>95</b>
Patient 5	97,5	87,5	40*	15*	<b>60*</b>	82,5*	67,5*	87,5	87,5*	<b>81,3*</b>
Patient 6	42,5*	40*	72,5*	52,5*	<b>51,9*</b>	100	97,5	95	100	<b>98,1</b>
Patient 7	85*	2,5*	95	100	<b>70,6*</b>	85*	75*	95	97,5	<b>88,1*</b>
Patient 8	90*	62,5	77,5	75	<b>76,3</b>	90*	92,5	95	100	<b>94,4</b>
Patient 9	90*	5*	62,5*	92,5	<b>62,5*</b>	90*	72,5*	95	85*	<b>85,6*</b>
Patient 10	77,5*	45*	87,5	77,5	<b>71,9*</b>	75*	62,5*	90	92,5	<b>80*</b>
Patient 11	95	72,5	100	77,5	<b>86,3</b>	100	92,5	100	100	<b>98,1</b>
Patient 12	95	12,5*	15*	85	<b>51,9*</b>	87,5*	95	62,5*	52,5*	<b>74,4*</b>
Patient 13	95	52,5	97,5	80	<b>81,3</b>	100	97,5	92,5	92,5	<b>95,6</b>
Patient 14	100	62,5	87,5	87,5	<b>84,4</b>	80*	82,5*	90	97,5	<b>87,5*</b>
Patient 15	100	67,5	95	85	<b>86,9</b>	100	100	67,5*	77,5*	<b>86,3*</b>
Patient 16	100	70	92,5	75	<b>84,4</b>	92,5*	100	95	100	<b>96,9</b>
Patient 17	92,5*	0*	85	97,5	<b>68,8*</b>	75*	12,5*	100	97,5	<b>71,3*</b>
Patient 18	92,5*	47,5*	85	85	<b>77,5</b>	80*	82,5*	87,5	77,5*	<b>81,9*</b>
Patient 19	97,5	12,5*	82,5	97,5	<b>72,5*</b>	100	12,5*	97,5	90	<b>75*</b>

Consig	Emotion					Identité				
	Patient 20	100	57,5	82,5	85	<b>81,3</b>	92,5*	95	100	100

\* Pourcentage à plus de deux écart-types de la moyenne du groupe contrôle

L'observation des performances par condition indique aussi que dans certaines conditions plusieurs patients ont eu des performances plus mauvaises que ce que donnerait le hasard : les patients 7, 9, 12, 17 et 19 ne dépassent pas les 12,5% de bonnes réponses lorsque l'appariement portait sur une émotion identique, avec changement de l'identité ; les patients 17 et 19 ne dépassent pas ce pourcentage lorsque la consigne portait sur l'identité et que l'émotion changeait. Dans tous ces cas, les patients schizophrènes ne répondaient pas au hasard mais ils prenaient un changement de la seconde dimension pour un changement de la première. Cette observation ne peut pas s'expliquer par le fait que les patients aient répondu à la mauvaise dimension, puisque tous - sauf le patient 12 - ont répondu au-dessus du hasard lorsque la seconde dimension ne changeait pas mais que la première le faisait. Au contraire, il apparaît que le changement de la seconde dimension a faussement été pris pour un changement de la première, sur laquelle portait la consigne.

Les résultats de cette expérience nous éclairent sur plusieurs points. Tout d'abord, les patients schizophrènes apparaissent atteints pour les deux types de tâches, ce qui confirme la tendance actuelle de la littérature qui considère que le déficit du traitement de l'information faciale chez ces patients est généralisé (e. g., Salem et al., 1996). Il apparaît aussi que le trouble des schizophrènes relève de la discrimination de l'information faciale, puisqu'ils se différencient des participants contrôles au niveau de A' mais pas de B". De plus, comme dans les études de Archer et al. (1992, 1994), certains patients sont atteints uniquement pour une des deux informations, ce qui irait plutôt dans le sens de l'hypothèse de modularité. Néanmoins, d'autres observations sont en désaccord avec cette hypothèse.

Tout d'abord, on observe une corrélation entre les performances et les déficits pour les deux informations : plus un patient est atteint pour traiter l'émotion, plus il l'est pour traiter l'identité - et vice versa. Il y a aussi une corrélation de même type si l'on mesure la latence d'extraction des deux informations - elle se manifeste pour les patients et les participants contrôles. La capacité et, par conséquent, l'atteinte de cette capacité apparaissent donc intimement liées pour les deux types d'informations. Ensuite, les variations de la seconde dimension perturbent d'avantage les schizophrènes que les contrôles : ils éprouvent plus de difficulté à extraire une information pertinente d'une information non pertinente. Certains patients confondent même les deux informations, alors qu'ils ont pourtant bien compris la consigne, comme l'attestent leurs performances dans les autres conditions. Le fait qu'un patient confonde un changement d'expression avec un changement d'identité a déjà été rapporté pour une patiente ayant subi une amygdalectomie (Young et al., 1996). Quatre schizophrènes présentent même, dans notre expérience, le pattern inverse : ils confondent un changement d'identité avec un changement d'expression faciale émotionnelle.

L'atteinte au niveau de la discriminabilité conduit à penser que le problème des

patients schizophrènes touche un niveau perceptif. Cette hypothèse permettrait d'expliquer les corrélations observées : les patients percevant mal le visage ont du mal à répondre à toute question le concernant. On peut donc suggérer, comme le font Archer et al. (1992, 1994), que l'atteinte concerne l'encodage structural. Une autre hypothèse est, cependant, plausible. En effet, les patients tendent à prendre le changement d'une information pour une variation de l'autre ; on peut donc suggérer qu'ils ont des difficultés à dissocier les deux sources d'informations. L'expérience suivante a donc été réalisée pour tester les capacités d'attention sélective de ces patients.

## II. Attention sélective et classification de l'expression faciale émotionnelle ou de l'identité (Expérience 12)

L'objectif de cette expérience était de déterminer si les problèmes rencontrés par les schizophrènes dans le traitement de l'information faciale proviennent ou non d'un problème d'attention sélective. On peut suggérer que ces patients ne parviennent pas à dissocier les différentes informations issues du visage du fait de leurs problèmes attentionnels (J. Addington & D. Addington, 1998). Nous avons utilisé le paradigme de Garner (1974, 1976) pour tester cette hypothèse. Ce paradigme permet de vérifier si les participants parviennent à porter leur attention sélectivement sur une dimension indépendamment des variations des autres dimensions. Il a déjà été utilisé pour les visages avec des participants sains (Etcoff, 1984 ; Schweinberger & Soukup, 1998 ; Schweinberger et al., 1999) et des patients présentant des lésions cérébrales hémisphériques gauches ou droites (Etcoff, 1984).

### II.1. Méthode

---

#### II.1.1. Participants : ...

il s'agissait de 12 patients schizophrènes (3 femmes et 9 hommes) hospitalisés à l'hôpital psychiatrique du Vinatier (Lyon). Ils avaient de 21 à 60 ans au moment de la passation (âge moyen : 38;3, écart-type : 11;7). Les symptômes schizophréniques étaient rapportés depuis 1 à 34 ans (moyenne : 13, écart-type : 10;2). Ils avaient déjà participé à l'expérience précédente. Leurs résultats à différents tests sont présentés dans le Tableau 22 (patients en lettres grasses). Les participants sains étaient 12 volontaires (4 femmes et 8 hommes) n'ayant aucun historique psychiatrique personnel ou familial. Ils avaient de 21 à 58 ans au moment de la passation (moyenne<sub>2</sub> : 36;4, écart-type : 13;5). Ils ne se distinguaient pas des patients au niveau du sexe ( $\chi^2 = .38$ ) et de l'âge ( $T = .17$ ).

#### II.1.2. Matériel : ...

il consistait en 4 photographies de la base décrite au Chapitre 4 représentant deux hommes qui exprimaient deux émotions (peur et colère). Ils étaient respectivement âgés

de 20 et 22 ans, imberbes, ne présentaient aucun signe distinctif (cicatrice, lunettes, etc.) et avaient le même style de coiffure et la même couleur de cheveux. Lors du pré-test de l'émotion, les expressions renvoyaient bien à l'émotion souhaitée pour, au minimum, 82% des juges. La taille des photographies était de 12 cm x 7,5 cm

### **II.1.3. Procédure. ...**

L'expérience se déroulait en deux sessions distinctes.

*Classification de l'identité* : Les participants devaient appuyer, le plus rapidement possible, sur une touche quant ils voyaient la personne A et sur une autre quant ils voyaient la personne B. Ils réalisaient 5 sous-sessions distinctes : (i) corrélée A (la personne A exprimait la peur et la personne B exprimait la colère) ; (ii) corrélée B (la personne A exprimait la colère et la personne B exprimait la peur) ; constante A (Les deux personnes exprimaient la peur) ; (iv) constante B (les deux personnes exprimaient la colère) ; (v) orthogonale (les deux personnes exprimaient les deux émotions). Chacune de ces sous-sessions débutait par un entraînement avec 8 photographies. Dans chaque sous-session, la photographie d'une personne donnée exprimant une émotion donnée était présentée 10 fois. Les 4 premières sous-sessions comprenaient donc 20 essais, la dernière en comprenait 40.

*Classification de l'émotion* : Les participants devaient appuyer, le plus rapidement possible, sur une touche quant ils voyaient la peur et sur une autre quant ils voyaient la colère. Ils réalisaient là aussi 5 sous-sessions distinctes : (i) corrélée A (la peur était exprimée par la personne A et la colère par la personne B) ; (ii) corrélée B (la peur était exprimée par la personne B et la colère par la personne A) ; constante A (Les deux émotions étaient exprimées par la personne A) ; (iv) constante B (Les deux émotions étaient exprimées par la personne B) ; (v) orthogonale (les deux émotions étaient exprimées par les deux personnes). Chacune de ces sous-sessions débutait par un entraînement avec 8 photographies. Dans chaque sous-session, la photographie d'une personne donnée exprimant une émotion donnée était présentée 10 fois. Les 4 premières sous-sessions comprenaient donc 20 essais et la dernière en comprenait 40.

Lors des deux sessions, les participants étaient assis face à l'écran à une distance d'environ 70 cm, l'index de chaque main sur un des deux boutons de réponse. L'ordre de passation des deux sessions ainsi que l'ordre des sous-sessions étaient alternés entre les participants. Chaque essai débutait par la présentation d'un point de fixation pendant 500 ms suivi d'un écran blanc de 500 ms. Le visage apparaissait alors et restait à l'écran jusqu'à la réponse du participant. L'intervalle entre deux essais était de 1 seconde.

## **II.2. Résultats**

---

### **II.2.1. Pourcentage et latence des appariements corrects : ...**

une analyse de variance (2 x 2 x 2) a été appliquée au pourcentage et à la latence des réponses correctes. Les variables analysées sont le groupe (schizophrènes vs. contrôles), la consigne (émotion vs. identité) et la condition (corrélée vs. constante vs. orthogonale).



La première variable est une variable inter-sujets, les deux autres sont des variables intra-sujets. Les moyennes et écart-types par conditions sont rapportés dans le Tableau 26.

**Tableau 26 : Pourcentage moyen (%) et latence moyenne (ms) des classifications correctes des schizophrènes et des contrôles selon la condition.**

Consigne	Emotion			Identité		
	Corrélée	Constante	Orthog.	Corrélée	Constante	Orthog.
<b>Schizophrènes :</b>						
%	98,54 (2,25)	96,88 (4,66)	95,63 (3,71)	95,83 (6,15)	97,29 (1,67)	97,5 (4,26)
ms	842 (351)	852 (311)	1013 (452)	707 (279)	715 (268)	720 (274)
<b>Contrôles :</b>						
%	98,13 (1,55)	98,33 (2,89)	98,75 (2,92)	98,54 (1,98)	98,13 (1,88)	98,33 (1,95)
ms	517 (82)	544 (86)	653 (136)	504 (93)	501 (58)	532 (78)
( ) : écart-type						

Aucun effet n'est significatif au niveau du pourcentage de réponses correctes. Les deux groupes ont eu des performances presque parfaites. Au niveau de la latence, la consigne a un effet significatif : les participants répondaient plus rapidement lorsque la classification portait sur l'identité plutôt que sur l'émotion (613 ms vs. 737 ms ;  $F(1, 22) = 30.60, p < .0001$ ). La condition a aussi un effet significatif ( $F(2, 44) = 8.84, p < .001$ ), mais elle interagit avec la consigne ( $F(2, 44) = 5.25, p < .01$ ). Cette interaction indique que la variable condition n'a aucun effet lorsque la consigne portait sur l'identité mais elle a significativement influencé la latence lorsque la consigne portait sur l'émotion ( $F(2, 44) = 8.83, p < .001$ ). Dans ce dernier cas, les participants répondaient plus lentement dans la condition orthogonale que dans la condition corrélée (833 ms vs. 680 ms ;  $F(1, 22) = 9.74, p < .01$ ) et dans la condition constante (833 ms vs. 698 ms ;  $F(1, 22) = 10.02, p < .01$ ). Ces deux dernières conditions ne diffèrent pas significativement.

Par ailleurs, le groupe a un effet significatif : les schizophrènes répondaient plus lentement que les participants contrôles (808 ms vs. 542 ms ;  $F(1, 22) = 9.03, p < .01$ ). L'interaction entre le groupe et la consigne est aussi significative ( $F(1, 22) = 8.30, p < .01$ ). Elle indique que la consigne a eu un effet significatif pour les patients schizophrènes (714 ms pour l'identité vs. 902 ms pour l'émotion ;  $F(1, 22) = 35.38, p < .0001$ ) mais n'en a pas eu pour les participants contrôles. Néanmoins, les schizophrènes répondaient plus lentement que les contrôles lorsque la consigne portait sur l'émotion (902 ms vs. 571 ms ;  $F(1, 22) = 10.37, p < .01$ ) mais aussi lorsqu'elle portait sur l'identité (714 ms vs. 512 ms ;  $F(1, 22) = 6.62, p < .05$ ). La différence est, cependant, plus grande pour l'émotion que pour l'identité (331 ms contre 202 ms). Le déficit concerne donc les deux types d'informations, mais il est plus important pour l'émotion.

Aucune autre interaction n'est significative. Par conséquent, les schizophrènes se distinguent des contrôles sur la latence moyenne pour chaque consigne mais pas sur le pattern de performance selon les différentes conditions (voir Figure 25). Ils présentent "simplement" un décalage de leurs latences vers le haut, pour les deux consignes mais plus important pour l'émotion.

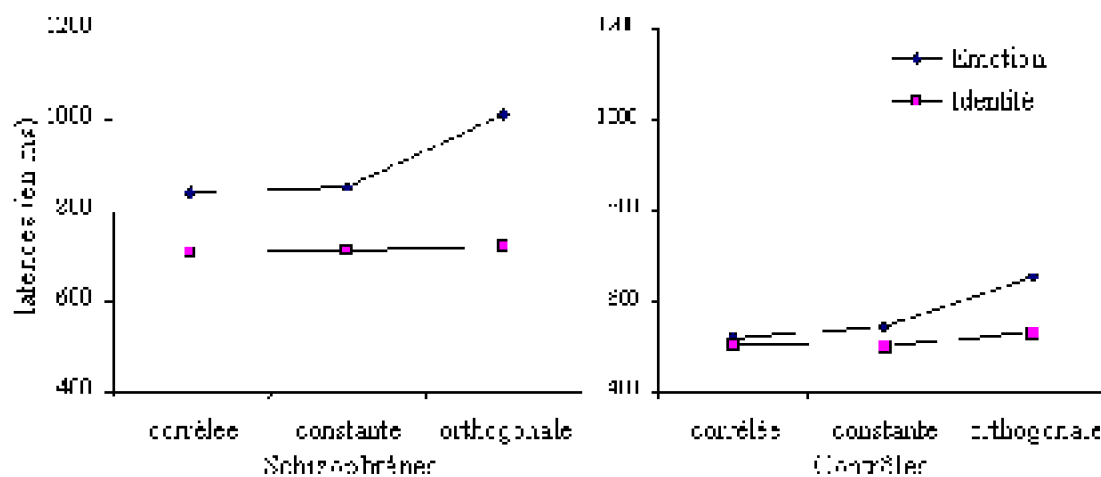


Figure 25 : Latence des classifications correctes (ms) selon la consigne, la condition et le groupe.

### II.2.2. Corrélation entre les deux tâches : ...

afin de déterminer si les performances pour les deux informations sont liées, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Spearman entre le pourcentage et la latence des classifications correctes de l'émotion et de l'identité. Les résultats sont présentés dans la Figure 26.

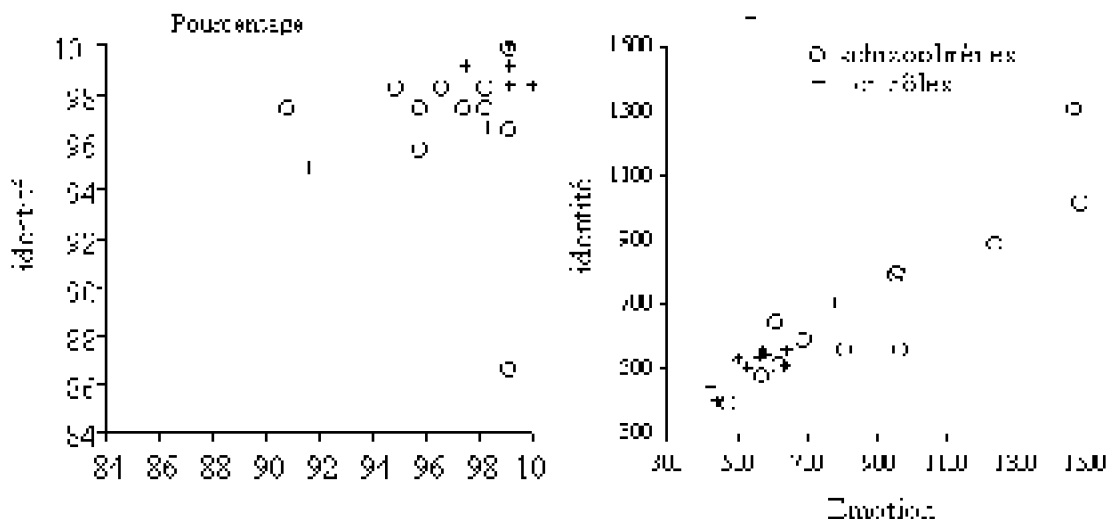


Figure 26 : Corrélation entre la classification de l'émotion et celle de l'identité pour les schizophrènes et les contrôles.

Lorsqu'on considère l'ensemble des deux groupes, la corrélation est significative pour la latence ( $\rho = .90, p < .0001$ ) comme pour le pourcentage ( $\rho = .42, p < .05$ ). L'étude de chaque groupe indique que la corrélation n'est pas significative pour le pourcentage pour les patients schizophrènes ( $\rho = -.03, p > .90$ ) comme pour les contrôles ( $\rho = .31, p > .30$ )<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> Là encore, la présence d'un effet plafond peut expliquer que ces coefficients ne soient pas significatifs.

Néanmoins, elle est significative sur la latence pour les deux groupes ( $\rho = .85$ ,  $p < .001$  pour les schizophrènes et  $\rho = .80$ ,  $p < .01$  pour les contrôles).

### II.2.3. Corrélation entre les performances de classification et l'évaluation des symptômes : ...

nous avons calculé le coefficient de corrélation de Spearman entre les performances lors de la classification d'une part et, d'autre part, la sévérité des symptômes schizophréniques négatifs évaluée par la SANS (Scale for the Assessment of Negative Symptoms, Andreasen, 1983) et des symptômes positifs évaluée par la SAPS (Scale for the Assessment of Positive Symptoms, Andreasen, 1984). Nous avons aussi déterminé si la sévérité de ces deux types de symptômes co-varie ou non avec l'importance de l'interférence de l'identité lors de la classification selon l'expression faciale émotionnelle. Cette interférence est déterminée en soustrayant la latence moyenne pour les conditions corrélées et constantes à la latence moyenne pour la condition orthogonale ; plus cette différence (en ms) est grande, plus l'interférence de l'identité lors de la classification de l'expression faciale émotionnelle est importante.

Les performances lors de la classification de l'expression faciale émotionnelle corrélaient significativement avec le score à la SANS ( $\rho = -.59$ ,  $p < .05$  pour le pourcentage et  $\rho = .60$ ,  $p < .05$  pour la latence) mais pas avec le score à la SAPS (respectivement  $\rho = .33$  et  $\rho = .39$ ). Les performances lors de la classification de l'identité ne corrélaient ni avec la SANS ni avec la SAPS. Par ailleurs, l'interférence de l'identité lors de la classification sur l'émotion corrélaient significativement avec le score à la SANS ( $\rho = .63$ ,  $p < .05$ ) mais pas avec ceux à la SAPS ( $\rho = .45$ ). Ainsi, les symptômes négatifs corrélaient avec, d'une part, les performances lors de la classification de l'émotion et, d'autre part, l'interférence de l'identité dans cette même tâche (voir Figure 27).

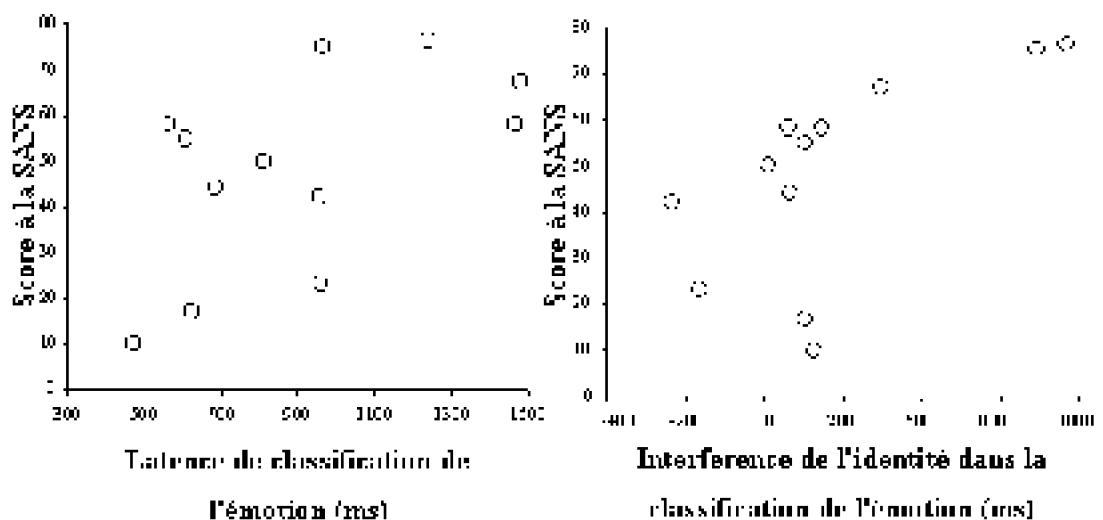


Figure 27 : Corrélation entre le score à la SANS et la latence de classification de l'émotion (ms) et l'interférence de l'identité lors de la classification de l'émotion (ms).

Nous ne présenterons pas l'étude individuelle des cas ; l'effet plafond observé au

niveau du pourcentage moyen de classification correcte rendrait toute conclusion délicate.

Une des principales conclusions de cette expérience est que les deux groupes - schizophrènes et contrôles - ne sont pas capables de porter leur attention sélectivement sur l'expression faciale émotionnelle sans être perturbés par les variations d'identité. Au contraire, les variations d'émotion n'interfère pas avec la classification selon l'identité, y compris pour les patients schizophrènes. Les patients schizophrènes - lorsqu'ils sont considérés en groupe - présentent bien un déficit par rapport aux contrôles, mais celui-ci se traduit par une augmentation globale des latences, plus importante pour la classification de l'émotion, mais identique pour toutes les conditions. Pour ces derniers, cependant, il y a une corrélation significative entre la sévérité de leurs symptômes négatifs (telle qu'évaluée par la SANS) et, d'une part, leur performance lors de la classification selon l'émotion et, d'autre part, l'interférence provoquée par la variation de l'identité.

Par ailleurs, les corrélations indiquent, comme dans l'expérience précédente, que les performances, et par conséquent les déficits du traitement d'une information, sont significativement liés aux performances/déficits du traitement de l'autre. Au niveau du pourcentage de réponses correctes, la corrélation n'est significative que lorsque les deux groupes sont considérés ensemble, et non si on considère les schizophrènes (ou les contrôles) isolément. Notons, cependant, que l'effectif est petit dans ce cas ( $N = 12$ ) et que les performances sont en moyenne meilleures que celles observées dans l'expérience précédente. On peut même parler d'effet plafond. Il apparaît donc que, même si le seuil correspondant à une atteinte peut être franchi pour le traitement d'une information sans l'être pour l'autre, une baisse de l'efficacité d'un processus s'accompagne d'une baisse de l'efficacité proportionnelle de l'autre.

### III. Conclusions

En résumé, ces deux expériences montrent que les schizophrènes ont des difficultés à dissocier l'expression faciale émotionnelle et l'identité d'un visage. Lors d'une tâche d'appariement, ils tendent à prendre le changement d'une information pour une variation de l'autre. Notamment, le changement d'identité est interprété comme un changement d'expression. De même, l'étude de cas indique que des changements d'expression peuvent être pris pour des changements d'identité. Cette dernière observation rejoint celle rapportée par Young et al. (1996) sur une patiente ayant subi une amygdaléctomie. L'utilisation du paradigme de Garner (1984, 1986) indique, par ailleurs, que les deux informations ne font pas l'objet d'une attention sélective. Tout d'abord, comme le rapportent Schweinberger et ses collaborateurs (Schweinberger et al., 1999 ; Schweinberger & Soukup, 1998), des participants sains sont sensibles aux changements d'identité quant ils doivent classer des visages selon leur émotion. Cette même interférence s'observe aussi avec des patients schizophrènes. De plus pour ces derniers, l'interférence est liée à la sévérité des symptômes négatifs ; plus ces derniers sont importants, plus l'interférence sera grande. Par ailleurs, les performances et les déficits

pour les deux informations sont significativement corrélés dans les deux expériences rapportées, notamment lorsque les performances moyennes de l'ensemble des participants sont considérées. Une telle observation indique que la capacité à extraire une information est liée à la capacité à extraire l'autre. La présence d'un déficit dans le traitement de l'une ces informations prédit donc, statistiquement, la présence d'un déficit pour l'autre information. A première vue, cette observation n'est évidemment pas compatible avec les dissociations classiquement présentées. A première vue seulement : on peut suggérer que, lors d'une baisse concomitante de l'efficacité à traiter les deux informations, le seuil fixé pour conclure à une atteinte ne soit franchi que pour une des deux informations.

Deux réflexions nous semblent importantes à l'issue de cette étude. La première est que même des participants sains ne peuvent pas porter sélectivement leur attention sur l'émotion faciale. L'indépendance totale des deux processus peut donc être remise en cause. La seconde est que des patients peuvent perdre leur capacité à dissocier l'information émotionnelle et l'information d'identité ou à leur porter une attention sélective. Une telle dissociation nécessite donc l'intégrité d'un processus cérébral, sans laquelle les deux informations ne peuvent être traitées indépendamment. Notre étude de la schizophrénie suggère que ce processus est - ou implique - un processus attentionnel.

Schweinberger et ses collaborateurs, n'observant pas d'interférence de l'émotion sur la classification de l'identité, suggèrent que l'identité, à la différence de l'émotion, peut être traitée sélectivement (Schweinberger et al., 1999 ; Schweinberger & Soukup, 1998). Cependant, le fait que l'expression n'interfère pas avec la classification de visages selon leur identité ne démontre pas que l'interaction entre les deux processus est unidirectionnelle. Tout d'abord, l'absence d'un effet n'indique pas, méthodologiquement parlant, qu'il n'existe pas. En particulier, il est possible que le paradigme ne soit pas approprié pour le mettre en évidence. Par ailleurs, nous avons présenté dans un chapitre précédent (Chapitre 3) de nombreuses données qui indiquent que le traitement de l'expression faciale émotionnelle peut influencer l'accès à l'identité et la familiarité d'un visage (e. g., Dolan et al., 1996 ; Pellegrin et al., 1997, 1998 ; Sansone & Tiberghien, 1994 ; Young et al., 1996). Les résultats que nous rapportons dans le Chapitre 6 vont aussi dans ce sens.



## Conclusion générale

L'ensemble des arguments et des résultats que nous venons de présenter nous amène à rejeter l'hypothèse d'indépendance des différents processus de traitement de l'information faciale. Lorsqu'il est perçu, le visage est une structure fortement intégrée. De plus, les caractéristiques du visage qui permettent la reconnaissance des différentes informations faciales sont essentiellement communes (i.e., configuration, information de surface) et ces informations sont aussi extraites par des voies visuelles essentiellement communes (Expériences 1 et 2). Nous sommes néanmoins capables de dissocier plusieurs types d'informations faciales (l'identité, l'état émotionnel, le genre, etc.) et de porter "sélectivement" notre attention sur chacune d'elle. Cela signifie, plus précisément, que nous pouvons répondre à chaque information sans tenir compte des variations des autres (par exemple, reconnaître une personne quelle que soit son expression faciale). Le terme *sélectif* est pourtant à mettre entre guillemets car nous avons vu que cette capacité d'attention "sélective" est sensible à l'interférence. Autrement dit, l'extraction d'une information faciale donnée n'est pas réalisée par un processus modulaire au sens fodorien du terme, i.e. de manière automatique et encapsulée. Il apparaît, au contraire, que les différents processus interagissent et que la discrimination des différentes informations a un coût attentionnel.

Nous avons vu que la nature de cette interférence est variable et qu'elle dépend (1) des processus que l'on considère et (2) de la relation causale considérée (e. g., influence de l'expression sur la reconnaissance ou inversement). Les interactions entre la reconnaissance des visages et la reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle, d'une part (Expériences 3 et 4) et la catégorisation du genre, d'autre part (Expériences 5

et 6), présentent à la fois des similitudes et des différences. Le sourire biaise la décision de familiarité, alors que le genre accélère la décision de non-familiarité. Les deux effets peuvent s'expliquer en invoquant un mécanisme d'interférence au niveau du système de décision. Cependant, la nature de cette interférence varie. Ainsi, le sourire n'est pas un indice permettant d'améliorer la précision de la réponse. Il ne peut donc engendrer qu'un biais vers une décision de familiarité, et ceci quelle que soit la familiarité réelle du visage. Donc, lorsque le visage est inconnu, ceci se traduit par une augmentation des fausses alarmes. Cette observation est à rapprocher de l'étude de Dolan et al. (1996) où l'activité du gyrus fusiforme, impliqué dans la reconnaissance du visage, est plus importante lorsque le visage est souriant. En revanche, le genre peut, à lui seul, déterminer la réponse dans plusieurs situations. Par exemple, déterminer qu'un visage est celui d'une femme permet de décider à coup sûr qu'il ne s'agit pas de celui de Jacques Chirac, et ceci sans procéder à une identification complète. On peut donc distinguer les deux informations selon qu'elles constituent un *biais* (le sourire) ou un *indice* (le genre) pour la décision de familiarité et l'identification.

Nous avons vu aussi que l'accès à la familiarité d'un visage exerce une influence sur l'extraction d'une information relevant d'un autre processus, l'expression faciale émotionnelle (Expériences 7 à 10). Cette observation est en accord avec celle faite par Dubois et al. (1999) lors d'une tâche de catégorisation du genre. Dans ces deux études, la familiarité n'exerce pas une influence directe sur chacun de ces processus - reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle et catégorisation du genre - mais elle provoque une facilitation du traitement précoce de l'information du visage. Ce niveau précoce est, au minimum, celui de l'encodage structural. On peut même supposer qu'il s'étend au cortex visuel primaire, puisque c'est dans cette région que Dubois et al. (1999) ont observé une diminution de l'activité cérébrale pour des visages familiers. Nous avons d'ailleurs aussi observé une augmentation de la discriminabilité de l'information faciale dans certaines bandes de fréquence spatiale lorsque les visages sont familiers (chapitre 2).

Il apparaît, par ailleurs, que la capacité d'attention "sélective" ou, en d'autres termes, la capacité à traiter l'expression faciale ou l'identité sans prendre en compte les variations de la seconde information, peut être atteinte suite à des troubles psychiatriques. Notamment, des patients schizophrènes éprouvent des difficultés pour apparier deux expressions faciales émotionnelles lorsque l'identité change (Expérience 11). De plus, certains d'entre eux confondent un changement d'expression avec un changement d'identité, observation similaire à celle rapportée par Young et al. (1996) avec une patiente ayant subi une amygdalectomie. Cinq des patients que nous avons étudiés présentent même le problème inverse ils confondent un changement d'identité avec un changement d'expression faciale émotionnelle. Le fait que la capacité d'attention sélective soit atteinte suite à des désordres psychiatriques ou neurologiques indique que la possibilité de répondre sélectivement à l'une ou l'autre des différentes informations faciales ne résulte pas de l'extraction parallèle et modulaire de ces informations ; indication renforcée par les observations d'interférence en l'absence même d'atteinte cérébrale. Il apparaît, au contraire, que des processus cérébraux particuliers doivent être mis en œuvre, et doivent être préservés, pour qu'une décision soit rendue sur un type d'information sans que les



---

autres types ne soient pris en compte. Ces processus sont probablement d'ordre attentionnel comme le suggère l'étude de patients schizophrènes et de participants contrôles sains avec un paradigme d'attention sélective (Expérience 12). Cette étude confirme d'ailleurs des observations antérieures, faites avec le même paradigme sur des patients lésés à l'hémisphère droit (Etcoff, 1984) et des participants sains (Schweinberger et al., 1999 ; Schweinberger & Soukup, 1998).

Les observations que nous avons faites, associées avec les données de la littérature, nous amènent à suggérer une nouvelle architecture des processus de traitement de l'information faciale (Figure 28). Cette architecture est essentiellement inspirée de deux modèles, celui de Bruce et Young (1986) et celui de Haxby et al. (2000). Par "inspiration", nous ne voulons pas dire que l'ensemble des postulats de ces modèles est repris. Au contraire, même, certains postulats princeps sont reconsidérés. Par contre, nous reprenons à notre compte certains points, notamment sur les différents processus ou "codes" distingués par Bruce et Young ainsi que sur les interactions et les localisations proposées par Haxby et al.. Nous avons adopté une représentation *en boîtes* car c'est le mode de présentation choisit par les auteurs de ces modèles. Chaque "boîte" correspond à un type de traitement et sa dénomination indique le type d'information qui est extraite. Le modèle comprend 4 niveaux : (1) *Traitement perceptif précoce* du stimulus facial où la stimulation visuelle est décomposée ; (2) *Encodage structural* où sont traités les aspects changeants et invariants du visage ; (3) *Récupération de l'information faciale* en mémoire (expression faciale émotionnelle, genre, identité et informations sémantiques) et ; (4) *Décision*, où les résultats des processus antérieurs sont considérés pour rendre une réponse.

Le *traitement perceptif précoce* correspond à ce que Haxby et al. (2000) appellent "perception précoce des traits faciaux", pris en charge par les gyri occipitaux inférieurs. Nous l'étendons au cortex visuel primaire en considérant la décomposition de l'information représentée alors dans différents canaux de fréquence spatiale. Les différentes caractéristiques du visage (e. g., configuration, surface, traits, texture) sont traités dans différents canaux qui peuvent se recouvrir . On peut aussi inclure ici les régions visuelles qui traitent la couleur et la texture.

L'*encodage structural* comprend une description dépendante du point de vue et une autre indépendante du point de vue, ce qui correspond au module du même nom décrit par Bruce et Young en 1986 et - très partiellement - repris par Haxby et al. en 2000. Ces deux modèles présentent cependant une conception différente de l'architecture de ces deux descriptions. Bruce et Young les considèrent sérielles alors que Haxby et al. les présentent parallèles et en interaction. La différence tient principalement au fait que, alors qu'ils s'accordent pour admettre un processus chargé du traitement des aspects invariants du visage, Bruce et Young distinguent ce dernier "module" d'un autre où sont traités les informations

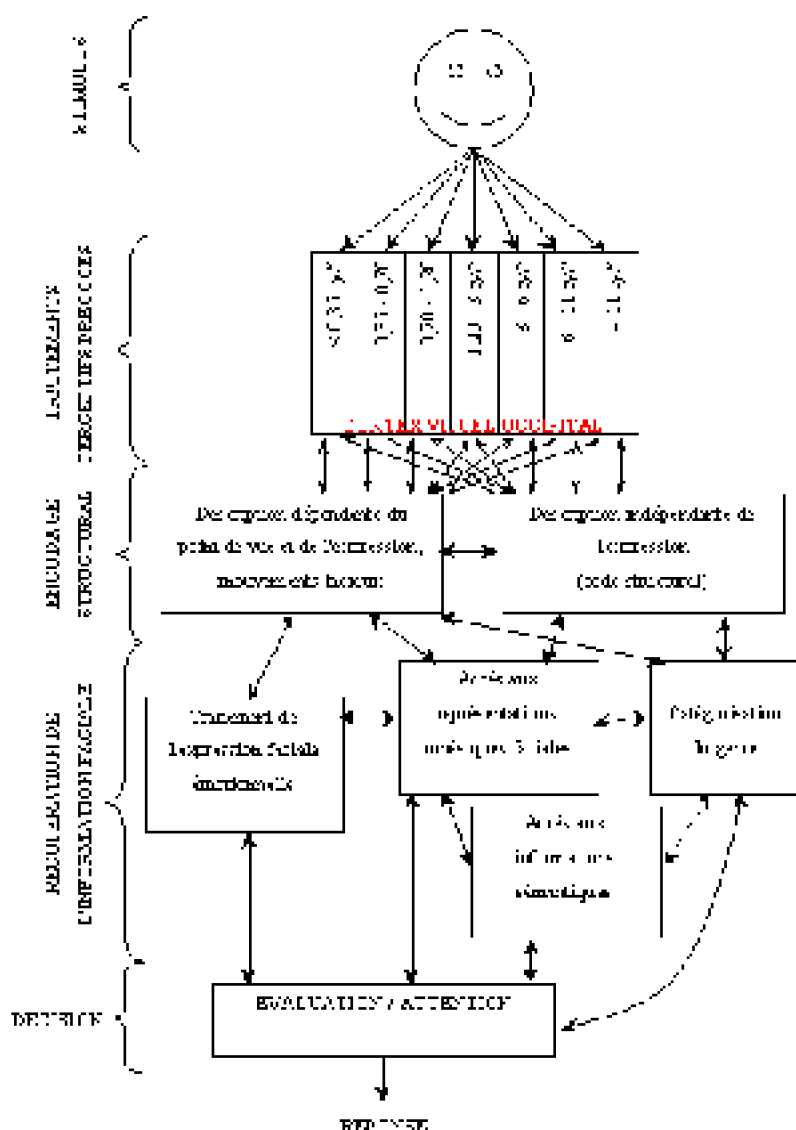


Figure 28 : Une nouvelle architecture des processus de traitement de l'information faciale.

picturales uniquement. Haxby et al. considèrent plutôt un processus qui traite des aspects changeants tels que la direction du regard, l'expression et le mouvement. Les informations picturales n'apparaissent donc pas explicitement dans le modèle de Haxby et al.. Nous adoptons la position de Haxby et al. en considérant un processus chargé du traitement d'informations changeantes. Mais, nous pensons qu'il traite aussi quelques aspects picturaux dans le sens où il permet une capture, par exemple, de l'expression faciale émotionnelle et la direction du regard ou de la tête. Les données actuelles nous permettent de localiser ce processus dans la région latérale du cortex temporal, plus précisément dans le sulcus temporal supérieur. Cette région est activée lors du traitement de mouvements biologiques (e. g., Grossman, Donnelly, Price, Pickens, Morgan, Neighbor, & Blake, 2000) mais répond aussi à des stimuli statiques, notamment lorsqu'il s'agit de visages (voir Allison, Puce, & McCarthy, 2000). Dans cette région ont aussi été observées, chez le singe, des cellules qui répondent à l'expression faciale émotionnelle (e. g., Hasselmo et al., 1989) et à l'orientation de l'attention, i.e. direction de la tête et des

yeux (e. g., Perrett et al., 1992). Certaines cellules sont aussi sensibles au mouvement, notamment des traits faciaux (e. g., Perrett et al., 1984a, 1984b). Chez l'homme, cette région est active lors de tâches demandant le traitement d'un aspect changeant du visage comme l'expression faciale émotionnelle (R. C. Gur et al., 1994 ; Puce, Allison, Bentin, Gore, & McCarthy, 1998 ; Sergent et al., 1994 ; Streit et al., 1999) et sa lésion provoque des perturbations pour traiter des informations telles que l'expression, la direction du regard ou la prononciation labiale (e. g., Campbell, Landis, & Regard, 1986 ; Rapsak et al., 1989, 1993 ; voir Perrett et al., 1992).

Le second processus de l'encodage structural traite les aspects invariants, non changeants du visage. Il correspond aux processus décrits par Bruce et Young sous les termes de "description indépendante de l'expression" et par Haxby et al. sous les termes d' "aspects invariants du visage - perception de l'identité unique". Nous ne détaillerons pas ces caractéristiques ici puisqu'elles l'ont déjà largement été. Ce processus est localisé dans le cortex temporal inférieur et, plus précisément, dans le gyrus fusiforme latéral appelé aussi *aire temporelle du visage* (Kanwisher et al., 1997)<sup>38</sup>

L'étape suivante consiste en *la réactivation en mémoire des informations faciales*. Nous considérons 4 processus : *reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle*, *catégorisation du genre*, *accès aux représentations faciales mnésiques* et *accès aux informations sémantiques*. Les trois premiers reçoivent directement des projections ascendantes d'un ou des deux processus d'encodage structural. Le quatrième nécessite une médiation par les représentations mnésiques des visages. Chacun de ces processus permet d'extraire un type d'information à partir des informations collectées lors de l'encodage structural. Le processus de *reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle*, comme son nom l'indique, est impliqué dans la reconnaissance de l'émotion exprimée par le visage. Ce processus est présenté de manière unitaire, mais les recherches actuelles suggèrent qu'il opère dans différentes régions, notamment l'amygdale, l'insula et le système limbique. La *catégorisation du genre* est ici individualisée, ce qui contraste avec les précédents modèles. Bruce et Young l'incluent dans les "processus visuels dirigés" et Haxby et al. n'en parlent pas. Nous nous contentons de considérer le genre seul car nous avons développé des recherches et une conception qui portent spécifiquement sur cette information. Il manque donc à notre architecture les processus chargés de l'âge, du groupe ethnique, etc.<sup>39</sup>. La localisation précise du processus de catégorisation du genre reste à établir. Elle s'annonce toutefois problématique. En effet, les recherches en imagerie cérébrale montrent bien des activations, mais elles sont les mêmes que celles observées lors de tâches d'identification (e. g., Dubois et al., 1999). Finalement, *l'accès aux représentations faciales mnésiques* et *l'accès aux informations sémantiques* permettent l'identification de la personne. Il est donc

<sup>38</sup> La spécificité de cette aire pour le traitement de l'information faciale est actuellement discutée (e. g., Gauthier et al., 1999a, 1999b).

<sup>39</sup> En 1986, Bruce et Young suggéraient qu'il faille dissocier les processus (ils parlaient, en fait, de modules) impliqués dans chaque information dérivée de l'analyse de la structure du visage. A l'appui de cette conception on peut citer les études indiquant que certains patients prosopagnosiques sont atteints pour l'une de ces informations (e. g., le genre) et préservés pour les autres (e. g., l'âge), ou inversement (e. g., Schweich & Bruyer, 1993).

important, à ce stade, de préciser la nature de ces deux derniers processus.

Les processus mis en oeuvre dans l'identification d'une personne font actuellement l'objet d'un débat. Bruce et Young parlent d' "unités de reconnaissance du visage" (URV) dont l'activation va permettre l'accès aux "noeuds d'identité de la personne". Leur conception des représentations mnésiques des visages s'apparente au concept d'unités gnostiques de Konorsky (1967). Une unité gnostique répond à une entité et à elle seule quels que soit l'angle de vue et la distance. Au niveau du visage, ces unités seraient des cellules de type "grand-mère" (Young & Bruce, 1991) avec, par exemple, une cellule faciale qui s'activerait chaque fois que l'on verrait notre grand-mère, quels que soit le point de vue, la distance, le mode d'exposition (i.e., photographie en noir et blanc ou en couleur, conditions réelles, dessin ou caricature) mais aussi quelle que soit son expression et même si on ne l'a pas vue depuis longtemps. Le stock d'URVs décrit par Bruce et Young est un réservoir d'unités gnostiques ou de cellules "grands-mères"<sup>40</sup>. Quatorze ans plus tard, Haxby et al. proposent un lien direct entre l'encodage structural et l'accès aux informations sémantiques : les URVs disparaissent, sans commentaire particulier ou justification des auteurs. Cette "étrange" disparition peut s'expliquer pour plusieurs raisons. Tout d'abord, Haxby et al. s'inspirent très largement des données neurophysiologiques. Or, ces données ne permettent pas de déterminer un site de stockage des représentations faciales. Tout au plus a-t-on identifié deux régions, une qui répond aux aspects invariants du visage - le gyrus fusiforme - et une autre qui permet l'accès aux informations sémantiques - le cortex temporal antérieur - sans qu'apparaisse une région "intermédiaire" où seraient stockées des URVs ou quelque chose qui leur ressemble. Aucune unité gnostique ou cellule "grand-mère" n'a donc encore été mise en évidence. D'ailleurs, l'existence même de ces unités est remise en cause par plusieurs chercheurs pour qui la représentation mnésique est largement distribuée plutôt que localisée (e. g., Gross, 1992 ; Montoute, 1999 ; pour un débat, voir Burton & Young, 1999 ; O'Reilly & Farah, 1999 ; Young & Burton, 1999 ; voir aussi Tiberghien, 1989, 1997).

Le dernier niveau est celui de la *décision*. A ce niveau, l'information qui provient des niveaux précédents est évaluée afin de décider si elle correspond ou non à une information faciale particulière, i.e., le visage est-il souriant ? familier ? appartient-il à une femme ou à un homme ? etc. Ce niveau n'est pas toujours étudié dans les modèles actuels, même les plus récents (e. g., Haxby et al., 2000). Les rares cas où la décision est précisément décrite sont les modélisations computationnelles dans lesquelles une sortie (i.e., une réponse) est nécessaire (e. g., Burton et al., 1990, voir aussi Valentin, Abdi, O'Toole, & Cottrell, 1994). Dans ce cas, la décision est un système d'évaluation du niveau d'activation des étapes antérieures : à partir d'un certain seuil, le système répond que le visage est familier. Les autres modèles, lorsqu'ils considèrent la décision, ne le font que de manière elliptique et "vaporeuse". Bruce et Young, notamment, situent la décision au niveau du reste du système cognitif qui est représenté sous la forme, non d'une boîte, mais d'un nuage. Dans ce modèle, l'objet de la décision est d'ailleurs indéterminé puisque le système cognitif décide si un visage est familier ou non, s'il exprime telle ou telle

---

<sup>40</sup> Bruce et Young admettent quand même qu'il n'existe pas seulement une unité pour une personne. Cette dernière serait représentée à travers plusieurs URVs qui se distingueraient, notamment, par l'angle de vue auquel elles seraient sensibles (voir Bruce, 1988 ; Young & Bruce, 1991).

émotion ou s'il appartient ou non à telle ou telle catégorie sémantique, que cette catégorie soit dérivable de l'analyse de sa structure (e. g., genre) ou de l'accès aux souvenirs (e. g., catégorie socio-professionnelle). Il n'existe donc, apparemment, qu'un seul processus de décision et les auteurs ne précisent pas comment il peut déterminer la nature des informations sur lesquelles il doit porter ou qu'il doit ignorer. La prise en compte et la description de ce processus est pourtant un point crucial lorsqu'on étudie le traitement du visage. La présentation d'un visage met automatiquement en oeuvre un grand nombre de processus différents qui permettent l'extraction d'informations variées. De plus, il apparaît maintenant que des interactions existent entre ces processus. D'ailleurs, certaines de ces interactions se manifestent au niveau même de la décision (voir Chapitre 6). Le système cognitif doit donc mettre en oeuvre des processus qui lui permettent de faire le tri parmi la masse d'informations dont il dispose et déterminer leur degré de pertinence par rapport à la décision requise. Nous proposons donc que le système de décision sélectionne l'information en fonction de la réponse requise ; si la décision porte sur la familiarité du visage, les représentations mnésiques sont prises en compte et d'autres sources d'information sont inhibées (comme celles permettant le traitement de l'expression faciale émotionnelle, par exemple). Ce processus de sélection a évidemment un certain coût attentionnel : le système cognitif doit disposer de suffisamment de ressources attentionnelles pour effectuer une sélection pertinente pour la réalisation de la tâche.

Plusieurs recherches récentes indiquent que l'hypothèse d'une modulation - par des processus attentionnels - de l'activité des régions cérébrales impliquées dans le traitement de l'information faciale est plausible. Notamment, l'activité du gyrus fusiforme est plus importante quand les participants sont engagés à porter leur attention sur le visage (Clark, Parasuraman, Keil, Kulansky, Fannon, Maisog, Ungerleider, & Haxby, 1997 ; Wojciulik, Kanwisher, & Driver, 1998). De même, l'amplitude de la N170 au niveau temporal, considérée comme un indicateur de l'encodage structural du visage, est plus importante lorsque les participants doivent être attentifs à l'apparition de visages (Eimer, 2000).

La localisation cérébrale du processus de décision reste à établir précisément mais le cortex frontal et/ou pré-frontal est très probablement impliqué. Tout d'abord, cette région est active dans plusieurs recherches ayant enregistré l'activité cérébrale lors du traitement de l'information faciale (e. g., Sergent et al., 1992, 1994)<sup>41</sup>. Des cellules "faciales" y ont été enregistrées chez le singe (e., g., O Scalaidhe, Wilson, & Goldman-Rakic, 1997 ; Pigarev et al., 1979 ; Wilson et al., 1993) et, chez l'homme, des ondes cérébrales ont également été enregistrées au niveau du cortex frontal (Allison et al., 1999 ; Marinkovic, Trebon, Chauvel, & Halgren, 2000) et lors d'étude de potentiels évoqués (e. g., Guillaume & Tiberghien, 2001). Une lésion frontale peut aussi provoquer des troubles de la reconnaissance du visage (Rapcsak, Polster, Glisky, & Comer, 1996). La stimulation de certaines régions préfrontales provoque par ailleurs des hallucinations consistant en une

<sup>41</sup> On peut supposer que l'absence d'activation de cette région, dans certaines études d'imagerie, tient à la méthode utilisée. En effet, soustraire l'activité associée à une tâche portant sur le visage de celle associée à une autre tâche, portant également sur le visage, fait disparaître l'activité commune et, notamment, celle provenant de la prise de décision. Il est vraisemblable que le processus terminal de décision ne se différencie pas fondamentalement selon la nature de la tâche, qu'elle porte d'ailleurs sur un visage ou non.

succession de visages (Vignal, Chauvel, & Halgren, 2000). Guillaume et Tiberghien (2001) ont par ailleurs observé que l'amplitude de la N200 est plus importante au niveau frontal lors d'une tâche de reconnaissance épisodique de visage quand le contexte - et, en particulier, l'expression faciale - est modifiée entre l'encodage et la reconnaissance. Grady, McIntosh, Horwitz et Rapoport (2000) ont observé que l'activité du lobe frontal augmente lorsque la qualité du visage est dégradée, indiquant probablement l'allocation de ressources cognitives supplémentaires pour l'analyse du stimulus (voir aussi Kanwisher & Moscovitch, 2000). Plusieurs auteurs ont d'ailleurs suggéré que le lobe frontal fait partie intégrante du système de traitement de l'information faciale et que ses interactions avec le gyrus fusiforme sont un élément clef du traitement du visage (Marinkovic et al., 2000 ; Vignal et al., 2000). Notons à ce propos que les troubles schizophréniques apparaissent associés, d'une part, à une baisse de l'activité du lobe frontal et, d'autre part, à des problèmes de coordination de l'activité des lobes frontal et temporal (pour une revue, voir Mitchell, Elliott, & Woodruff, 2001). On peut donc suggérer que la capacité à dissocier les différentes informations faciales résulte des échanges entre le cortex frontal et le cortex temporal. Par ailleurs, des études actuelles tentent de déterminer le rôle du système limbique dans la décision comme processus de filtrage, de traitement contextuel, de « binding », en liaison probablement avec les régions préfrontales, en particulier gauche. (Guillaume, 1999).

Une caractéristique importante du modèle que nous proposons est l'interaction entre l'ensemble des processus présentés : les flèches - i.e., interconnexions - sont toutes à double sens. Elles relient donc, d'une part, les niveaux inférieurs aux niveaux supérieurs dès les premières étapes de traitement et, d'autre part, les différents processus situés à un même niveau. Certaines des interconnexions que nous représentons ne sont pas nouvelles ; Bruce et Young prévoyaient déjà que le système de décision (ou système cognitif dans leur terminologie) exerçait un effet descendant sur des processus de niveau inférieur en fonction des attentes du système et de la décision requise. Nous ne rediscuterons donc pas de la validité de ces connexions. Cependant, nous proposons que les relations réciproques opèrent dès les premiers niveaux ou, en d'autres termes, que l'activation peut passer des niveaux supérieurs au niveau de traitement perceptif précoce par un processus descendant. Bruce et Young ne prévoyaient pas de projection descendante en deçà de ce que nous appelons les processus de récupération de l'information faciale. Par ailleurs, nous proposons aussi des interconnexions entre les différents processus d'un même niveau c'est à dire entre les deux processus d'encodage structural d'une part et, d'autre part, entre le processus d'accès aux représentations mnésiques et ceux assurant le traitement de l'expression faciale émotionnelle et la catégorisation du genre.

Un ensemble de données empiriques étaye l'hypothèse d'existence de ces deux types d'interconnexions. Pour ce qui est des projections descendantes, Dubois et al. (1999) ont observé une diminution de l'activation dans les aires visuelles primaires lorsque les visages sont familiers. Cette diminution opère d'ailleurs alors même que la tâche n'implique pas l'identification du visage mais la simple catégorisation du genre. Elle se traduit aussi par une diminution de la latence de catégorisation correcte du genre. Ces résultats indiquent donc que l'accès à la familiarité du visage exerce une influence descendante sur le traitement perceptif précoce de l'information faciale. Les résultats des

expériences présentées au Chapitre 7 renforcent cette interprétation lors d'une tâche portant, cette fois ci, sur l'expression faciale émotionnelle : le traitement de l'expression est favorisé par la familiarité du visage. De même, l'information faciale - qu'il s'agisse de l'identité, du genre ou de l'expression faciale émotionnelle - est plus discriminable sur des visages familiers plutôt qu'inconnus (Chapitres 2 et 7). Quelques données étayent aussi l'influence descendante de l'expression faciale émotionnelle sur les niveaux précoces. Par exemple, Calis et Mens (1986) ont observé que lorsque deux visages sont présentés l'un après l'autre, rapidement et à la même position, les participants identifient celui qui sourit plutôt que le neutre. Le sourire favorise donc la perception et, ainsi, l'identification de celui qui l'exprime. Dans l'Expérience 3, nous avons aussi rapporté un effet du sourire sur la discriminabilité de la familiarité. Ceci suggère que le sourire influence la reconnaissance à un niveau précoce, celui de l'encodage structural ou de l'accès aux représentations mnésiques<sup>42</sup>.

Considérons maintenant les projections latérales au sein d'un même niveau. Pour ce qui est du niveau de l'encodage structural, l'interconnexion est aussi proposée par Haxby et al.. Elle résulte du fait que les deux régions en question, STS et le gyrus fusiforme (TI), sont voisines et échangent des informations. La nature de ces échanges et leurs conséquences ne sont cependant pas très claires car elles n'ont pas encore donné lieu à des études détaillées. De même, les interconnexions entre les différents processus de récupération de l'information faciale sont ici posées comme de simples hypothèses de travail. Ces hypothèses ont cependant quelques raisons d'être. Par exemple, l'interconnexion du processus de catégorisation du genre au processus d'accès aux représentations mnésiques implique que le premier influence la recherche en mémoire lors d'une tâche d'identification. On peut effectivement suggérer que la détermination rapide du genre permet de comparer le visage perçu avec les seules représentations des personnes de même genre : le seuil d'activation de ces dernières serait alors abaissé et/ou celui des personnes de genre différent serait augmenté. De même, l'interconnexion entre le traitement de l'expression faciale émotionnelle et l'accès aux représentations mnésiques offre une explication possible des résultats de l'Expérience 3 : la baisse de discriminabilité de la familiarité des visages souriants peut résulter d'une diminution généralisée du seuil d'activation des représentations mnésiques. Un seuil plus bas favoriserait l'activation des représentations correspondant à un visage familier, mais augmenterait du même coup la probabilité des fausses alarmes, i.e. l'activation d'une représentation par un visage en réalité inconnu. Notons que l'étude expérimentale de ces hypothèses est difficile. Chaque processus peut influencer l'autre de trois manières : (1) directement, comme nous venons de le voir, (2) par le biais du niveau supérieur (par exemple, le système de décision peut provoquer une modulation du seuil d'activation des représentations quand il reçoit l'information en provenance de la catégorisation du genre ou du traitement de l'expression faciale émotionnelle) ; et (3) par le biais du ou des niveaux inférieurs (par exemple, comme nous l'avons vu, l'accès aux représentations mnésiques améliore le traitement perceptif du visage ce qui favorise l'extraction des

<sup>42</sup> Pour expliquer l'effet de la familiarité, on peut aussi supposer - sans invoquer de projection descendante - une modification permanente au niveau des aires visuelles pour les visages familiers. Cette conception expliquerait cependant difficilement l'effet du sourire sur la reconnaissance du visage : il est peu probable qu'on perçoive plus souvent des sourires que des expressions neutres.

différentes informations faciales par les autres modules).

En conclusion, le traitement de l'information faciale ne peut plus être considéré comme un système modulaire dans le sens fodorien le plus strict du terme. Même si des processus différents, sous-tendus par des régions cérébrales distinctes, interviennent dans l'extraction des différentes informations faciales, ces processus présentent de nombreuses interactions à différents niveaux qui s'étendent de l'extraction précoce de l'information perceptive à la décision. La capacité de réponse sélective à tel ou tel type d'information faciale implique l'intervention de mécanismes attentionnels. Si tous les processus sont en forte interconnexion et exercent des influences réciproques, ne serait-il pas raisonnable d'admettre que le système de traitement de l'information faciale est un système hautement intégré ? Farah (1994) a démontré qu'il est possible de rendre compte de la dissociation entre reconnaissance consciente et reconnaissance inconsciente du visage par la simple lésion, plus ou moins importante, d'un seul et même système de reconnaissance du visage. On peut aussi supposer que le système de traitement de (toute) l'information relative au visage repose sur un système unitaire, composé d'un ensemble de composants effectuant des opérations spécifiques. La réponse de ce système serait alors déterminée par la combinaison de ces opérations. La détérioration de certains composants perturberait le système de traitement de l'information faciale pour certaines fonctions - par exemple, la détermination de l'état émotionnel ou du genre - mais elle ne remettrait pas en cause la réalisation d'autres fonctions comme, par exemple, l'identification de la personne.



# Références

- Addington, J., & Addington, D., (1998). Facial affect recognition and information processing in schizophrenia and bipolar disorder. *Schizophrenia Research*, 32, 171-181.
- Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1996). Cortical systems for the recognition of emotion in facial expressions. *Journal of Neurosciences*, 16, 7678-7687.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, 372, 669-672.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1995). Fear and the human amygdala. *Journal of Neurosciences*, 15, 5879-5891.
- Aguirre, G. K., Singh, R., & D'Esposito, M. (1999). Stimulus inversion and the responses of face and object-sensitive cortical areas. *Neuroreport*, 10, 189-194.
- Ahern, G. L., Schomer, D. L., Kleefield, J., Blume, H., Cosgrove, G. R., Weintraub, S., & Mesulam, M. M. (1991). Right hemisphere advantage for evaluating emotional facial expressions. *Cortex*, 27, 193-202.
- Allison, T., Ginter, H., McCarthy, G., Nobre, A. C., Puce, A., Luby, & Belger, A. (1994a). Face recognition in human extrastriate cortex. *Journal of Neurophysiology*, 71, 821-825.
- Allison, T., McCarthy, G., Nobre, A., Puce, A., & Belger, A. (1994b). Human extrastriate visual cortex and the perception of faces, words, numbers, and colors. *Cerebral Cortex*, 5, 544-554.
- Allison, T., Puce, A., & McCarthy, G. (2000). Social perception from visual cues : role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 267-278.
- Allison, T., Puce, A., Spencer, D. D., & McCarthy, G. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. I : Potentials generated in occipitotemporal cortex by face and non-face stimuli. *Cerebral Cortex*, 9, 415-430.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed). Washington DC : American Psychiatric Press.
- Andreasen, N. C. (1983). *The Scale for the Assessment of Negative Symptoms (SANS)*. Iowa City, IA : The University of Iowa.
- Andreasen, N. C. (1984). *The Scale for the Assessment of Positive Symptoms (SANS)*. Iowa City, IA : The University of Iowa.
- Archer, J., Hay, D. C., & Young, A. W. (1992). Face processing in psychiatric conditions. *British Journal of Clinical Psychology*, 31, 45-61.
- Archer, J., Hay, D. C., & Young, A. W. (1994). Movement, face processing and schizophrenia : Evidence of a differential deficit in expression analysis. *British Journal of Clinical Psychology*, 33, 517-528.
- Assal, G. (1969). Régression des troubles de la reconnaissance des physionomies et de la mémoire topographique chez un malade opéré d'un hématome intracérébral pariétotemporal droite. *Revue Neurologique*, 121, 184-185.

- 
- Bachmann, T. (1987). Different trends in perceptual pattern microgenesis as a function of the spatial range of local brightness averaging. Towards an empirical method for the differentiation between global and local levels of form as related to processing in real time. *Psychological Research*, 49, 107-111.
- Bachmann, T. (1991). Identification of spatially quantised tachitoscopic images of faces : how many pixels does it take to carry identity ? *European Journal of Cognitive Psychology*, 3 (1), 87-103.
- Bachmann, T., & Kahusk, N. (1997). The effects of coarseness of quantisation, exposure duration, and selective spatial attention on the perception of spatially quantised ('blocked') visual images. *Perception*, 26, 1181-1196.
- Bahrack, H. P., Bahrack, O. O., & Wittlinger, R. P. (1975). Fifty years of memory for names and faces : A cross-sectional approach. *Journal of Experimental Psychology : General*, 104, 54-75.
- Bartlett, J. C., & Searcy, J. (1993). Inversion and configuration of faces. *Cognitive Psychology*, 25, 281-316.
- Bartlett, J. V., Hurry, S., & Thorley, W. (1984). Typicality and familiarity for faces. *Memory and Cognition*, 12, 219-228.
- Bassili, J. N. (1978). Facial motion in the perception of faces in emotional expression. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 4, 373-379.
- Bassili, J. N. (1979). Emotion recognition : The role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the face. *J. Person. Social Psychol.*, 37, 2049-2058.
- Baudouin, J.-Y. (1995). *Relation d'indépendance ou d'interdépendance entre la familiarité des visages et l'analyse de l'expression faciale émotionnelle à travers le paradigme de Posner*. Mémoire de D.E.A. de Sciences Cognitives, Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Baudouin, J.-Y., Sansone, S., & Tiberghien, G. (1996). *Effet de la familiarité des visages sur l'analyse de l'expression faciale*. VI International Congress of Psychology. Montréal (Québec, Canada) : 16-21 août 1996.
- Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (1999). *Le genre est-il une clef de la reconnaissance des visages ?* Troisième Colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives. Soulac (France) : 26-28 avril 1999.
- Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (2000). Le genre est-il un facteur de la reconnaissance des visages ? *In Cognito*, 16, 25-35.
- Bauer, R. M. (1984). Autonomic recognition of names and faces in prosopagnosia : A neuropsychological application of the guilty knowledge test. *Neuropsychologia*, 22, 457-469.
- Bauer, R. M. (1986). The cognitive psychophysiology of prosopagnosia. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of face processing* (pp. 253-267). Dordrecht, UK : Nijhoff. P. 253-267.
- Bauer, R. M., & Verfaellie, M. (1988). Electrodermal discrimination of familiar but not unfamiliar faces in prosopagnosia. *Brain and Cognition*, 8, 240-252.

- Baylis, G. C., Rolls, E. T., & Leonard, C. M. (1985). Selectivity between faces in the responses of a population of neurons in the cortex in the superior temporal sulcus of the monkey. *Brain Research*, 342, 91-102.
- Baylis, G. C., Rolls, E. T., & Leonard, C. M. (1987). Functional subdivisions of the temporal lobe neocortex. *Journal of Neuroscience*, 7, 330-342.
- Benowitz, L. I., Bear, D. M., Rosenthal, R., Mesulam, M. M., Zaidel, E., & Sperry, R. W. (1983). Hemispheric specialization in nonverbal communication. *Cortex*, 19, 5-11.
- Benson, D. F., Segarra, J., & Albert, M. L. (1974). Visual agnosia-prosopagnosia : A clinicopathological correlation. *Archives of Neurology*, 30, 307-310.
- Benson, P. J., & Perrett, D. I. (1991). Perception and recognition of photographic quality facial caricatures : implications for the recognition of natural images. *European Journal of Cognitive Psychology*, 3, 105-135.
- Benson, P. J., & Perrett, D. I. (1994). Visual processing of facial distinctiveness. *Perception*, 23, 75-93.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, A., & McCarthy, G. (1996). Electro-physiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 551-565.
- Bentin, S., Deouell, L. Y., & Soroker, N. (1999). Selective visual streaming in face recognition : Evidence from developmental prosopagnosia. *NeuroReport*, 10, 823-827.
- Benton, A. L. (1980). The neuropsychology of facial recognition. *American Psychologist*, 35, 176-186.
- Benton, A. L. (1990). Facial Recognition 1990. *Cortex*, 26, 491-499.
- Bhatia, S. K., Lakshminarayanan, V., Samal, A., & Welland, G. V. (1995). Human face perception in degraded images. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 6, 280-295.
- Bloom, L. C., & Mudd, S. A. (1991). Depth of processing approach to face recognition : A test of two theories. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 17, 556-565.
- Bodamer, J. (1947). Die Prosopagnosie. *Archiv fur Psychiatrie und Nervenkrank*, 179, 6-53.
- Borod, J. C. (1993). Cerebral mechanism underlying facial, prosodic, and lexical emotional expression : A review of neuropsychological studies and methodological issues. *Neuropsychology*, 7, 445-463.
- Borod, J. C., Koff, E., Lorch, M., & Nicholas, M. (1986). The expression and perception of facial emotion in brain-damaged patients. *Neuropsychologia*, 24, 169-80.
- Bothwell, R. K., Brigham, J. C., & Malpass, R. S. (1989). Cross-racial identification. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 15, 19-25.
- Bötzel, K., & Grüsser, O. J. (1989). Electrical brain potentials evoked by pictures of faces and non faces. A search for "face-specific" EEG-potentials. *Experimental Brain Research*, 77, 349-360.
- Bowers, D., Bauer, R. M., Coslett, H. B., & Heilman, K. M. (1985). Processing of faces by patients with unilateral hemisphere lesions. I. Dissociation between judgements of

- facial affect and facial identity. *Brain and Cognition*, 4, 258-272.
- Bowers, D., Blonder, L. X., Feinberg, T., & Heilman, K. M. (1991). Differential impact of right and left hemisphere lesions on facial emotion and object imagery. *Brain*, 114, 2593-2609.
- Bowers, D., & Heilman, K. (1984). Dissociation between the processing of affective and nonaffective faces : A case study. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 6, 367-379.
- Braun, C. M. J., Baribeau, J. M. C., Ethier, M., Guérette, R., & Proulx, R. (1988). Emotional facial expressive and discrimination performance and lateralization in normal young adults. *Cortex*, 24, 77-90.
- Braun, C. M. J., Denault, C., Cohen, H., & Rouleau, I. (1994). Discrimination of facial identity and facial affect by temporal and frontal lobectomy patients. *Brain and Cognition*, 24, 198-212.
- Brazis, P. W., Biller, J., & Fine, M. (1981). Central achromatopsia. *Neurology*, 31, 920.
- Brédart, S., & Bruyer, R. (1994). The cognitive approach to familiar face processing in human subjects. Special Issue : Individual and social recognition. *Behavioural Processes*, 33, 213-232
- Breiter, H. C., Etcoff, N. L., Whalen, P. J., Kennedy, W. A., Rauch, S. L., Buckner, R. L., Strauss, M. M., Hyman, S. E., & Rosen, B. R. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, 17, 875-887.
- Brennen, T., Baguley, T., Bright, J., & Bruce, V. (1990). Resolving semantically induced tip-of-the-tongue states for proper nouns. *Memory and Cognition*, 18, 339-347.
- Brigham, J. C. (1986). The influence of race on face recognition. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. Young (Eds.), *Aspects of face processing*. Dordrecht : Nijhoff.
- Brigham, J. C. (1990). Target person distinctiveness and attractiveness as moderator variables in the confidence-accuracy relationship in eyewitness identifications. *Basic and Applied Social Psychology*, 11, 101-115.
- Brown, E., & Perrett, D. I. (1993). What gives a face its gender ? *Perception*, 22, 829-840.
- Bruce, C. J., Desimone, R., & Gross, C. G. (1981). Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque. *Journal of Neurophysiology*, 46, 369-384.
- Bruce, V. (1979). Searching for politicians : An information-processing approach to face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 373-396.
- Bruce, V. (1982). Changing faces : Visual and nonvisual coding processes in face recognition. *British Journal of Psychology*, 73, 105-116.
- Bruce, V. (1986). Influences of familiarity on the processing of faces. *Perception*, 15, 387-397.
- Bruce, V. (1988). *Recognizing faces*. Hove : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bruce, V. (1996). Introduction : soluble and insoluble mysteries of the mind. Dans V. Bruce (Ed.), *Unsolved mysteries of the mind : tutorial essays in cognition* (pp. 1-27).

Hove : Erlbaum (UK) Taylor & Francis.

Bruce, V., Burton, A. M., Hanna, E., Healey, P., Mason, O., Combes, A., Fright, R., & Linney, A. (1993). Sex discrimination : How we tell the difference between male and female faces ? *Perception*, 22, 131-152.

Bruce, V., Burton, A. M., & Walker, S. (1994). Testing the models? New data and commentary on Stanhope & Cohen (1993). *British Journal of Psychology*, 85, 335-349.

Bruce, V., Ellis, H. D., Gibling, F., & Young, A. W. (1987). Parallel processing of the sex and familiarity of faces. *Canadian Journal of Psychology*, 41, 510-520.

Bruce, V., & Langton, S. (1994). The use of pigmentation and shading information in recognizing the sex and identity of faces. *Perception*, 23, 803-822.

Bruce, V., & Young, A. W. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.

Bruce, V., & Young, A. W. (1998). *In the eye of the beholder : The science of face perception*. Oxford : Oxford University Press.

Bruyer, R. (1987a). *Les mécanismes de reconnaissance des visages*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

Bruyer, R. (1987b). Naming faces without recognition : a direct relationship and a new line in the models ? *Cahiers de Psychologie Cognitive/European Bulletin of Cognitive Psychology*, 7, 309-313.

Bruyer, R. (1988). Brain asymmetries in face processing : A critical review of electrophysiological studies from a psychological point of view. *Journal de Physiologie*, 83, 3-10.

Bruyer, R. (1989). Disorders of face processing. Dans A. W. Young & H. D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing*. Elsevier : Amsterdam.

Bruyer, R. (1990). *La reconnaissance des visages*. Lausanne : Delachaux et Niestle.

Bruyer, R. (1991). Covert Face Recognition in Prosopagnosia : A Review. *Brain, and Cognition*, 15, 223-233.

Bruyer, R., & Courvoisier, P. (1990). Distinctiveness of faces or distinctiveness of persons ? *Perceptual and Motor-Skills*, 71, 967-984.

Bruyer, R., Galvez, C., & Prairial, C. (1993). Effect of disorientation on visual analysis, familiarity decision and semantic decision on faces. *British Journal of Psychology*, 84, 433-441.

Bruyer, R., Laterre, C., Seron, X., Feyereisen, P., Strypstein, E., Pierrard, E., & Rectem, D. (1983). A case of prosopagnosia with some preserved covert remembrance of familiar faces. *Brain and Cognition*, 2, 257-284.

Bruyer, R., & Schweich, M. (1987). Race categorization and face recognition stages in the processing of laterally displayed unknown faces. *Cortex*, 23, 415-429.

Burton, A. M., & Bruce, V. (1992). I recognize your face but I can't remember your name : A simple explanation ? *British Journal of Psychology*, 83, 45-60.

Burton, A. M., Bruce, V., & Dench, N. (1993). What's difference between men and women? Evidence from facial measurement. *Perception*, 22, 153-176.

- 
- Burton, A. M., Bruce, V., & Jonnston, R. A. (1990). Understanding face recognition with an interactive activation model. *British Journal of Psychology*, *81*, 361-380.
- Burton, A. M., & Vokey, J. (1998). The face space typicality paradox : Understanding the face-space metaphor. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *51A*, 475-483.
- Burton, A. M., & Young, A. W. (1999). Simulation and explanation : some harmony and some discord. *Cognitive Neuropsychology*, *16*, 73-79
- Buser, P., & Imbert, M. (1987). *Vision. Neurophysiologie fonctionnelle IV*. Paris : Hermann.
- Bushnell, I. W. R., Sai, F., & Mullin, J. T. (1989). Neonatal recognition of the mothers face. *British Journal of Developmental Psychology*, *7*, 3-15.
- Calder, A. J., Young, A. W., Benson, P. J., & Perrett, D. I. (1996). Self priming from distinctive and caricatured faces. *British Journal of Psychology*, *87*, 141-162.
- Calder, A. J., Young, A. W., Keane, J., & Dean, M. (2000). Configural information in facial expression perception. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *26*, 527-551.
- Calis, G., & Mens, L. (1986). Primary stages in single-glance face recognition : Expression and identity. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing* (pp. 356-362). Martinus Nijhoff Publishers : Dordrecht.
- Campbell, R. (1992). The neuropsychology of lipreading. Dans V. Bruce, A. Cowey, A. W. Ellis & D. I. Perrett (Eds.). *Processing the facial image*. Oxford : Alden Press, 39-45.
- Campbell, R., Benson, P. J., Wallace, S. B., Doesbergh, S., & Coleman, M. (1999). More about brows : Hom poses that change brow position affect perceptions of gender. *Perception*, *28*, 489-504.
- Campbell, R., Brooks, B., De Haan, E., & Roberts, T. (1996). Dissociating face processing skills : Decisions about lip-read speech, expression, and identity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49*, 295-314.
- Campbell, R., Landis, T., & Regard, M. (1986). Face recognition and lipreading : A neurological dissociation. *Brain*, *109*, 509-521.
- Caramazza, A. (1984). The logic of Neuropsychological research and the problem of patient classification in aphasia. *Brain and Language*, *21*, 9-20.
- Caramazza, A. (1986). On drawing inferences about the structure of normal cognitive processes from patterns of impaired performance : The case for single-patient studies. *Brain and Cognition*, *5*, 41-66.
- Caramazza, A. (1992). Is cognitive neuropsychology possible? *Journal of Cognitive Neuroscience*, *4*, 80-95.
- Carey, S. (1992). Becoming a face expert. Dans V. Bruce, A. Cowey, A. W. Ellis, & D. I. Perrett (Eds.). *Processing the facial image* (pp. 95-103). Oxford : Alden Press.
- Carey, S., & Diamond, R. (1977). From piecemeal to configurational representation of faces. *Science*, *195*, 312-314.

- Carey, S., Diamond, R., & Woods, B. (1980). The development of face recognition : A maturational component? *Developmental Psychology*, *16*, 257-269.
- Carroo, A. W. (1986). Other race recognition : A comparison of Black American and African subjects. *Perceptual and Motor Skills*, *62*, 135-138.
- Carroo, A. W. (1987). Recognition of faces as a function of race, attitudes, and reported cross-racial friendships. *Perceptual and Motor Skills*, *64*, 319-325.
- Chance, J. E., Goldstein, A. G., & McBride, L. (1975). Differential experience and recognition memory for faces. *Journal of Social Psychology*, *97*, 243-253.
- Chiang, C. H., Ballantyne A. O., & Trauner, D. A. (2000). Development of perceptual asymmetry for free viewing of chimeric stimuli. *Brain and Cognition*, *44*, 415-424.
- Chiroro, P., & Valentine, T. (1995). An investigation of the contact hypothesis of the own-race bias in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology : Human Experimental Psychology*, *48A*, 879-894.
- Cicone, M., Wapner, W., & Gardner, H. (1980). Sensitivity to emotional expression and situations in organic patients. *Cortex*, *16*, 145-158.
- Clark, V. P., Maisog, J. M., & Haxby, J. V. (1998). fMRI study of face perception and memory using random stimulus sequences. *Journal of Neurophysiology*, *79*, 3257-3265.
- Clark, V. P., Parasuraman, R., Keil, K., Kulansky, R., Fannon, S., Maisog, L. M., Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (1997). Selective attention to face identity and color studied with FMRI. *Human Brain Mapping*, *5*, 293-297.
- Cochran, E. L., Pick, A. D., & Pick, H. L. (1983). Task-specific strategies of mental "rotation" of facial representations. *Memory and Cognition*, *11*, 41-48.
- Cohen, G. (1990a). Why is it difficult to put names to faces ? *British Journal of Psychology*, *81*, 287-298.
- Cohen, G. (1990b). Recognition and retrieval of proper names : Age differences in the fan effect. *European Journal of Cognitive Psychology*, *2*, 193-204.
- Cohen, G., & Faulkner, D. (1986). Memory for proper names : Age differences in retrieval. *British Journal of Developmental Psychology*, *4*, 187-197.
- Cohen, L., Verstichel, P., & Pierrot-Deseilligny, C. (1992). Hallucinatory vision of a familiar face following right temporal hemorrhage. *Neurology*, *42*, 2052.
- Coin, C., & Tiberghien, G. (1997). Encoding activity and face recognition. *Memory*, *5*, 545-568.
- Coin, C., R. Versace, & Tiberghien, G. (1992). Role of spatial frequencies and exposure duration in face processing : potential consequences on the memory format of facial representations. *CPC: European Bulletin of Cognitive Psychology*, *12*, 79-98.
- Costen, N. P., Parker, D. M., & Craw, I. (1994). Spatial content and spatial quantisation effects in face recognition. *Perception*, *23*, 129-146.
- Costen, N. P., Parker, D. M., & Craw, I. (1996). Effects of high-pass and low-pass spatial filtering on face identification. *Perception and Psychophysic*, *58*, 602-612.
- Costen, N. P., Shepherd, J. W., Ellis, H. D., & Craw, I. (1994). Masking of faces by facial and non-facial stimuli. Dans V. Bruce & G. W. Humphreys (Eds.), *Object and*



- 
- face recognition* (pp. 227-251). Lawrence Erlbaum : Hillsdale.
- Courtney, S. M., Ungerleider, L. G., Keil, K., & Haxby, J. V. (1996). Object and spatial visual working memory activate separate neural systems in human cortex. *Cerebral Cortex*, 6, 39-49.
- Courtney, S. M., Ungerleider, L. G., Keil, K., & Haxby, J. V. (1997). Transient and sustained activity in a distributed neural system for human working memory. *Nature*, 386, 608-611.
- Cutting, J. (1981). Judgement of emotional expression in schizophrenics. *British Journal of Psychiatry*, 139, 1-6.
- Cutting, J. (1990). *The right cerebral hemisphere and psychiatric disorders*. Oxford, UK : Oxford University Press.
- Cutting, J., & Kozlowski, L. T. (1977). Recognizing friends by their walk : Gait perception without familiarity cues. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9, 353-356.
- Damasio, A. R. (1985). Disorders of complex visual processing : Agnosias, achromatopsia, Balint syndrome and related difficulties of orientation and construction. Dans M. M. Melusam (Ed.), *Principles of behavioral neurology*. Philadelphia : F. A. Davis.
- Damasio, A. R. (1989). Neural mechanisms. Dans A. Young & H. D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing*. Holland : Elsevier Science Publishers.
- Damasio, A. R., & Damasio, H. (1986). The anatomical substrate of prosopagnosia. Dans R. Bruyer (Ed.), *The Neuropsychology of Face perception and Facial Expression* (pp. 31-38). Erlbaum : Hillsdale, New Jersey.
- Damasio, A. R., Damasio, H., & Tranel, D. (1986). Prosopagnosia : Anatomic and physiologic aspects. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe & A. W. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing* (pp. 268-272). Martinus Nijhoff Publishers : Dordrecht.
- Damasio, A. R., Damasio, H., & Van Hoesen, G. W. (1982). Prosopagnosia : Anatomic basis and behavioral mechanisms. *Neurology*, 32, 331-341.
- Damasio, A. R., Tranel, D., & Damasio, H. (1990). Face agnosia and the neural substrates of memory. *Annual Review of Neurosciences*, 13, 89-109.
- Davidoff, J. B. (1986). The specificity of face perception : Evidence from psychological investigations. Dans R. Bruyer (Ed.), *The neuropsychology of face perception and facial expression* (pp. 147-166). Lawrence Erlbaum : Hillsdale, New Jersey.
- Davidoff, J. B., & Donnelly, N. (1990). Object superiority : A comparison of complete and part probes. *Acta Psychologica*, 73, 225-243.
- Davidoff, J. B., & Landis, T. (1990). Recognition of unfamiliar faces in prosopagnosia. *Neuropsychologia*, 28, 1143-1161.
- Davies, G. M., & Milne, A. (1982). Recognizing faces in and out of context. *Current Psychological Research*, 2, 235-246.
- De Haan, E. H. F., & Hay, D. (1986). The matching of famous and unknown face, given either the internal or external features : A study on patients with unilateral brain lesions. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of face processing* (p. 302-309). Martinus Nijhoff : Dordrecht.

- De Haan, E. H. F., Young, A. W., & Newcombe, F. (1987a). Faces interfere with name classification in a prosopagnosic patient. *Cortex*, 23, 309-316.
- De Haan, E. H. F., Young, A. W., & Newcombe, F. (1987b). Face recognition without awareness. *Cognitive Neuropsychology*, 4, 385-415.
- De Haan, E. H. F., Young, A. W., & Newcombe, F. (1991). A dissociation between the sense of familiarity and access to semantic information concerning familiar people. *European Journal of Cognitive Psychology*, 3, 51-67.
- De Renzi, E. (1986a). Prosopagnosia in two patients with CTscan evidence of damage confined to the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 24, 385-389.
- De Renzi, E. (1986b). Current issues on prosopagnosia. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing* (pp. 243-252). Martinus Nijhoff Publishers : Dordrecht.
- De Renzi, E. (1997). Prosopagnosia. Dans T. E. Feinberg & M. J. Farah (Eds.), *Behavioral neurology and neuropsychology* (p. 245-255). New York : McGraw-Hill.
- De Renzi, E., Faglioni, P., & Spinnler, H. (1968). The performance of patients with unilateral brain damage on face recognition tasks. *Cortex*, 4, 17-34.
- De Renzi, E., & Spinnler, H. (1966). Visual recognition in patients with unilateral cerebral disease. *J. Ment. Nerv. Disease*, 142, 515-525.
- Debrulle, B., Breton, F., Robaey, P., Signoret, J. L., & Renault, B. (1989). Potentiels évoqués cérébraux & reconnaissance consciente & non consciente des visages : Application à l'étude de la prosopagnosie. *Neurophysiologie Clinique*, 19, 393-405.
- Dekosky, S., Heilman, K., Bowers, D., & Valenstein, E. (1980). Recognition and discrimination of emotional faces and scenes. *Brain and Language*, 9, 206-218.
- Desimone, R. (1991). Face-selective cells in the temporal cortex of monkeys. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 1-8.
- Desimone, R., Albright, T. D., Gross, C. G., & Bruce, C. J. (1984). Stimulus-selective properties of inferior temporal neurons in the macaque. *Journal of Neuroscience*, 4, 2051-2062.
- Desimone, R., & Ungerleider, L. G. (1989). Neural mechanisms of visual processing in monkeys. Dans F. Boller & J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (vol. 2). New York : Elsevier, 267-299.
- Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why faces are and are not special : An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology : General*, 115, 107-117.
- Dodson, C. S., Johnson, M. K., & Schooler, J. W. (1997). The verbal overshadowing effect : why descriptions impair face recognition. *Memory and Cognition*, 25, 129-139.
- Dolan, R. J., Fletcher, P., Morris, J., Kapur, N., Deakin, J. F. W., & Frith, C. D. (1996). Neural activation during covert processing of positive emotional facial expressions. *NeuroImage*, 4, 194-200.
- Dougherty, F. E., Bartlett, E. S., & Izard, C. E. (1974). Responses of schizophrenics to expressions of the fundamental emotions. *Journal of Clinical Psychology*, 30, 243-246.
- Dubois, S., Rossion, B., Schiltz, C., Bodart, J. M., Michel, C., Bruyer, R., &

- 
- Crommelinck, M. (1999). Effect of familiarity on the processing of human faces. *NeuroImage*, 9, 278-289.
- Eimer, M. (2000). Attentional modulations of event-related brain potentials sensitive to faces. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 103-116.
- Ekman, P. (1984). Expression and the nature of emotion. Dans K. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion* (p. 319-343). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Ekman, P. (1992). Facial expressions of emotion : an old controversy and news findings. Dans V. Bruce, A. Cowey, A. W. Ellis & D. I. Perrett (Eds.). *Processing the facial image* (pp. 63-69). Oxford : Alden Press.
- Ekman, P. (1994). Strong evidence for universals in facial expression : A reply to Russell's mistaken critique. *Psychological Bulletin*, 115, 268-287.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124-129.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1975). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA : Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial Action Coding System : A thcnique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA : Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., Friesen, W. V., & Ellsworth, P. (1972). *Emotion in the human face*. New York : Pergamon.
- Ekman, P., Friesen, W. V., & Ellsworth, P. (1982). What emotion categories or dimensions can observers judge from facial behavior ? Dans P. Ekman (Ed.), *Emotion in the human face* (p. 39-55). Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes between emotions. *Science*, 221, 1208-1210.
- Ellis, A. W., & Young, A. W. (1988). *Human Cognitive Neuropsychology*. London : Lawrence Erlbaum.
- Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology : a textbook with readings*. Hove, East Sussex : Psychology Press.
- Ellis, A. W., Young, A. W., & Critchley, E. M. R. (1989). Loss of memory for people following temporal lobe damage. *Brain*, 112, 1469-1483.
- Ellis, A. W., Young, A. W., & Flude, B. M. (1990). Repetition priming and face processing : Priming occurs within the system that responds to the identity of a face. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 193-210.
- Ellis, H. D. (1981). Theoretical aspects of face recognition. Dans G. M. Davies, H. D. Ellis, & J. Shepherd (Eds.), *Perceiving and Remembering faces* (p. 171-197). London : Academic Press.
- Ellis, H. D. (1983). The rôle of the right hemisphere in face perception. Dans A. W. Young (Ed.), *Functions of the right cerebral hemisphere* (p. 33-64). London : Academic Press.
- Ellis, H. D. (1986). Processes underlying face recognition. Dans R. Bruyer (Ed.), *The neuropsychology of face perception and facial expression* (pp. 1-27). Hillsdale, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.

- Ellis, H. D., Shepherd, J. W., & Davies, G. M. (1979). Identification of familiar and unfamiliar faces from the internal and external features : Some implications for theories of face recognition. *Perception*, 8, 431-439.
- Ellison, J. W., & Massaro, D. W. (1997). Featural evaluation, integration, and judgment of facial affect. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 23, 213-226.
- Endo, M. (1982). Cue saliency in upside down faces. *Tohoku Psychologica Folia*, 4, 116-122.
- Endo, M. (1986). Perception of upside-down faces : An analysis from the viewpoint of cue saliency. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of face processing* (pp. 53-58). Dordrecht : Martinus Nijhoff.
- Endo, M., Masame, K., & Maruyama, K. (1989). Interference from configuration of a schematic face onto the recognition of its constituent parts. *Tohoku Psychologica Folia*, 48, 97-106.
- Endo, N., Endo, M., Kirita, T., & Maruyama, K. (1992). The effects of expression on face recognition. *Tohoku Psychologica Folia*, 51, 37-44.
- Enlow, D. H. (1982). *Handbook of facial growth*. Philadelphia, PA : W. B. Saunders.
- Eriksen, C. W., & Schultz, D. W. (1979). Information processing in visual search: a continuous flow conception and experimental results. *Perception and Psychophysics*, 25, 249-263.
- Etcoff, N. L. (1984). Selective attention to facial identity and facial emotion. *Neuropsychologia*, 22, 281-295.
- Etcoff, N. L., & Magee, J. J. (1992). Categorical perception of facial expressions. *Cognition*, 44, 227-240. Vérifier s'ils ont utilisé les visages d'Ekman et Friesen, 1975.
- Evangeli, M., & Broks, P. (2000). Face processing in schizophrenia : Parallels with the effects of amygdala damage. *Cognitive Neuropsychiatry*, 5, 81-104.
- Evans, J. J., Heggs, A. J., Antoun, N., & Hodges, J. R. (1995). Progressive prosopagnosia associated with selective right temporal lobe atrophy. A new syndrome ? *Brain*, 118, 1-13.
- Everett, J., Laplante, L., & Thomas, J. (1989). The selective attention deficit in schizophrenia. Limited resources or cognitive fatigue ? *Journal of Nervous and Mental Diseases*, 177, 735-738.
- Fallshore, M., & Schooler, J. W. (1995). Verbal vulnerability of perceptual expertise. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1608-1623.
- Farah, M. J. (1994). Neuropsychological inference with an interactive brain : A critique of the "locality" assumption. *Behavioural and Brain Sciences*, 17, 43-104.
- Feinberg, T. E., Rifkin, A., Schaffer, C., & Walker, E. (1986). Facial discrimination and emotional recognition in schizophrenia and affective disorders. *Archives of general psychiatry*, 43, 276-279.
- Finger, K., & Pezdek, K. (1999). The effect of the cognitive interview on face identification accuracy : release from verbal overshadowing. *Journal of Applied Psychology*, 84, 340-348.

- 
- Fiorentini, A., Maffei, A., & Sandini, G. (1983). The rôle of high spatial frequencies in face perception. *Perception*, *12*, 195-201.
- Flin, R. H. (1985). Development of face recognition : An encoding switch ? *British Journal of Psychology*, *76*, 123-134.
- Flude, B. M., Ellis, A. W., & Kay, J. (1989). Face processing and name retrieval in an anomic aphasic : names are stored separately from semantic information about familiar people. *Brain and Cognition*, *11*, 60-72.
- Fodor, J. (1983). *Modularity of mind*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Fried, I., Mateer, C., Ojemann, G., Whons, R., & Fedio, P. (1982). Organization of visuospatial functions in the human cortex. *Brain*, *105*, 349-371.
- Gardner, W. R. (1974). *The Processing of Information and Structure*. Erlbaum, Potomac, Md.
- Garner, W. R. (1976). Interaction of stimulus dimensions in concept and choice processes. *Cognitive Psychology*, *8*, 98-123.
- Gauthier, I., Behrmann, M., & Tarr, M. J. (1999). Can face recognition really be dissociated from object recognition ? *Journal of cognitive neuroscience*, *11*, 349-370.
- Gauthier, I., & Logothetis, N. K. (2000). Is face recognition not so unique after all ? *Cognitive Neuropsychology*, *17*, 125-142.
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C. (1999). Activation of the middle fusiform 'face area' increases with expertise in recognizing novel objects. *Nature neuroscience*, *2*, 568-573.
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Moylan, J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C. (2000). Does visual subordinate-level categorisation engage the functionally defined fusiform face area ? *Cognitive Neuropsychology*, *17*, 143-163.
- Gazzaniga, M. S., & Smylie, C. S. (1983). Facial recognition and brain asymmetries : Clues to underlying mechanisms. *Annals of Neurology*, *13*, 537-540.
- Geffen, G., Bradshaw, J. L., & Wallace, G. (1971). Interhemispheric effects on reaction times to verbal and non-verbal stimuli. *Journal of Experimental Psychology*, *87*, 415-422.
- George N. (1999). Bases cérébrales et aspects computationnels de la reconnaissance des visages : apport de l'IRMf. *Annales de la fondation Fyssen*, *14*, 58-67.
- George N., Dolan R.J., Fink G.R., Baylis G.C., Russell, C., & Driver J. (1999). Contrast polarity and face recognition in the human fusiform gyrus. *Nature Neuroscience*, *2*, 574-580.
- George, N., Evans, J., Fiori, N., Davidoff, J., & Renault, B. (1994). Apport des potentiels évoqués cérébraux à l'étude de l'effet de "supériorité des visages". *Psychologie Française*, *39-4*, 313-326.
- George, N., Evans, J., Fiori, N., Davidoff, J., & Renault, B. (1996). Brain events related to normal and moderately scrambled faces. *Cognitive Brain Research*, *4*, 65-76.
- Gessler, S., Cutting, J., Frith, C. D., & Weinman, J. (1989). Schizophrenic inability to judge facial emotion: a controlled study. *The British journal of clinical psychology*, *28*, 19-29.

- Ginsburg, A. P. (1978). *Visual information processing based on spatial filters constrained by biological data* (AMRL Technical Report 78-129). Ohio.
- Ginsburg, A. P. (1986). Spatial filtering and visual form perception. Dans K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance*, Vol. 2 : Cognitive processes and performance. New York : John Wiley.
- Going, M., & Read, J. D. (1974). The effect of uniqueness, sex of subject and sex of photograph on facial recognition. *Perceptual and Motor Skills*, 39, 109-110.
- Goldstein, A. G., & Chance, J. E. (1980). Memory for faces and schema theory. *Journal of Psychology*, 105, 47-59.
- Goldstein, A. G., & Chance, J. E. (1985). Effects of training on Japanese face recognition : Reduction of the other-race effect. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 23, 211-214.
- Goren, C. C., Sarty, M., & Wu, P. Y. K. (1975). Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by new born infants. *Pediatrics*, 56, 544-549.
- Gorno-Tempini, M. L., Price, C. J., Josephs, O., Vandenberghe, R., Cappa, S. F., Kapur, N., Frackowiak, R. S., & Tempini, M. L. (1998). The neural systems sustaining face and proper-name processing. *Brain*, 121, 2103-2118.
- Grady, C. L., McIntosh, A. R., Horwitz, B., & Rapoport, S. I. (2000). Age-related changes in the neural correlates of degraded and nondegraded face processing. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 165-186.
- Granato, P., Bruyer, R., & Revillon, J.-J. (1996). Etude objective de la perception du sourire et de la tristesse par la méthode d'analyse de recherche de l'intégration des émotions "MARIE". *Annales Médico-Psychologiques*, 154, 1-9.
- Green, D. M., & Moses, F. L. (1966). On the equivalence of two recognition measures of short-term memory. *Psychological Bulletin*, 66, 228-234.
- Grier, J. B. (1971). Nonparametric indexes for sensitivity and bias: computing formulas. *Psychological Bulletin*, 75, 424-429.
- Gross, C. G. (1992). Representation of visual stimuli in inferior temporal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 335, 3-10.
- Gross, C. G., Rocha-Miranda, C. E., & Bender, D. B. (1972). Visual properties of neurons in the inferotemporal cortex of the macaque. *Journal of Neurophysiology*, 35, 96-111.
- Grossman, E., Donnelly, M., Price, R., Pickens, D., Morgan, V., Neighbor, G., & Blake, R. (2000). Brain areas involved in perception of biological motion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 711-720.
- Guillaume, F. (1999). *Effets du contexte interactif, du contexte indépendant et de la mise en jeu de stratégies élaboratives : Potentiels évoqués et dissociation des processus lors de la reconnaissance de visages*. Mémoire de DEA de Neuropsychologie humaine, Université Claude Bernard.
- Guillaume, F., & Tiberghien, G. (sous presse). An event-related potential study of contextual modifications in a face recognition task. *NeuroReport*.
- Gur, R. C., Skolnick, B. E., & Gur, R. E. (1994). Effects of emotional discrimination tasks on cerebral blood flow : regional activation and its relation to performance. *Brain and*

- 
- Cognition*, 25, 271-286.
- Haig, N. D. (1984). The effect of feature displacement on face recognition. *Perception*, 13, 505-512.
- Haig, N. D. (1986). Investigating face recognition with an image processing computer. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing*. Martinus Nijhoff Publishers : Dordrecht.
- Hancock, P. J., Bruce, V., & Burton, A. M. (2000). Recognition of unfamiliar faces. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 330-337.
- Hanley, J. R., & Cowell, E. S. (1988). The effects of different types of retrieval cues on the recall of names of famous faces. *Memory and Cognition*, 16, 545-555.
- Hansch, E. C., & Pirozzolo, F. J. (1980). Task relevant effects on the assessment of cerebral specialization for facial emotion. *Brain Lang.*, 10, 51-59.
- Harmon, L. D. (1973). The recognition of faces. *Scientific American*, 229, 71-82.
- Harmon, L. D., & Julesz, B. (1973). Masking in visual recognition: effects of two-dimensional filtered noise. *Science*, 180, 1194-1197.
- Harvey, L. O. (1986). Visual memory : What is remembered ? Dans F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human Memory and Cognitive Capacities* (pp. 173-187). Amsterdam : Elsevier.
- Harvey, L. O., & Sinclair, G. P. (1985). On the quality of visual imagery. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 26, 281.
- Hasselmo, M. E., Rolls, E. T., Baylis, G. C. (1989). The role of expression and identity in the face-selective responses of neurons in the temporal visual cortex of the monkey. *Behavioural Brain Research*, 32, 203-218.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Science*, 4, 223-233.
- Haxby, J. V., Horwitz, B., Ungerleider, L. G., Maisog, J. M., Pietrini, P., & Grady, C. L. (1994). The functional organization of human extrastriate cortex : A PET-rCBF study of selective attention to faces and locations. *Journal of Neurosciences*, 14, 6336-6353.
- Haxby, J. V., Ungerleider, L. G., Clark, V. P., Schouten, J. L., Hoffman, E. A., & Martin, A. (1999). The effect of face inversion on activity in human neural systems for face and object perception. *Neuron*, 22, 189-199.
- Hay, D. C., & Young, A. W. (1982). The human face. Dans A. W. Ellis (Ed.), *Normality and pathology in cognitive functions* (p. 173-202). London : Academic Press.
- Hayes, T., Morrone, M. C., & Burr, D. C. (1986). Recognition of positive and negative bandpass-filtered images. *Perception*, 15, 595-602.
- Hécaen, H., & Angelergues, R. (1962). Agnosia for faces (prosopagnosia). *Archives of Neurology*, 7, 92-100.
- Heimberg, C., Gur, R. E., Erwin, R. J., Shtasel, D. L., & Gur, R. C. (1992). Facial emotion discrimination: III. Behavioral findings in schizophrenia. *Psychiatry research*, 42, 253-265.
- Hill, H., & Bruce, V. (1994). A comparison between the hollow-face and 'hollow-potato'

- illusions. *Perception*, 23, 1335-1337.
- Hill, H., Schyns, P. G., & Akamatsu, S. (1997). Information and viewpoint dependence in face recognition. *Cognition*, 62, 201-222.
- Hilliard, R. D. (1973). Hemispheric laterality effects on a facial recognition task in normal subjects. *Cortex*, 9, 246-258.
- Hoffman, E., & Haxby, J. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 80-84.
- Homa, D., Haver, B., & Schwartz, T. (1976). Perceptibility of schematic face stimuli : Evidence for a perceptual Gestalt. *Memory and Cognition*, 4, 176-185.
- Horwitz, B., Grady, C. L., Haxby, J. V., Schapiro, M. B., Rapaport, S. I., Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1992). Functional associations among human posterior extrastriate brain regions during object and spatial vision. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 311-322.
- Hughes, H. C., Nozawa, G., & Kitterle, F. (1996). Global precedence, spatial frequency channels, and the statistics of natural images. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 197-230.
- Humphreys, G. W., Donnelly, N., & Riddoch, M. J. (1993). Expression is computed separately from facial identity, and it is computed separately for moving and static faces : Neuropsychological evidence. *Neuropsychologia*, 31, 173-181.
- Hunt, W. A. (1941). Recent developments in the field of emotion. *Psychological Bulletin*, 38, 249-276.
- Inui, T., & Miyamoto, K. (1984). The effect of changes in visible area on facial recognition. *Perception*, 13, 49-56.
- Izard, C. E. (1971). *The face of emotion*. New York : Appleton-Century-Crofts, New York.
- Izard, C. E. (1977). *Human emotions*. New York : Plenum.
- Izard, C. E. (1979). *The Maximally Discriminative Facial Movement Coding System (MAX)*. Newark, DE : University of Delaware Office of Institutional Technology.
- Izard, C. E. (1994). Innate and universal facial expressions : Evidence from developmental and cross-cultural research. *Psychological Bulletin*, 100, 68-90.
- Jeffreys, D. A., & Tukmachi, E. S. (1992). The vertex-positive scalp potential evoked by faces and by objects. *Experimental Brain Research*, 91, 340-350.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, 14, 201-211.
- Johnson M. H., Dziurawiec S., Ellis H. D., & Morton J. (1991). New borns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition*, 40, 1-19.
- Johnston, A., Hill, H., & Carman, N. (1992). Recognising faces: effects of lighting direction, inversion, and brightness reversal. *Perception*, 21, 365-375.
- Johnston, R. A., & Bruce, V. (1990). Lost properties ? Retrieval differences between name code"s and semantic codes for familiar people. *Psychological Research*, 52, 62-67.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area : A module



- in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neurosciences*, 17, 4302-4311.
- Kanwisher, N., & Moscovitch, M. (2000). The cognitive neuroscience of face processing : An introduction. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 1-11.
- Kanwisher, N., Tong, F., & Nakayama, K. (1998). The effect of face inversion on the human fusiform face area. *Cognition*, 68, 1-11.
- Kapur, N., Friston, K. J., Young, A., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. J. (1995). Activation of human hippocampal formation during memory for faces : A PET-scan study. *Cortex*, 31, 99-108.
- Katanoda, K., Yoshikawa, K., & Sugishita, M. (2000). Neural substrates for the recognition of newly learned faces: a functional MRI study. *Neuropsychologia*, 38, 1616-1625.
- Keenan, P. A., Whitman, R. D., & Pepe, J. (1989). Hemispheric Asymmetry in the Processing of High and Low Spatial Frequencies : A Facial Recognition Task. *Brain and Cognition*, 11, 229-237.
- Kendrick, K. M., & Baldwin, B. A. (1987). Cells in temporal cortex of conscious sheep can respond preferentially to the sight of faces. *Science*, 236, 448-450.
- Kerr, S. L., & Neale, J. M. (1993). Emotion perception in schizophrenia : Specific deficit or further evidence of generalized poor performance ? *Journal of Abnormal Psychology*, 102, 312-318.
- Klein, P., Moscovitch, M., & Vigna, C. (1976). Attentional mechanisms and perceptual asymmetries in tachistoscopic recognition of words and faces. *Neuropsychologia*, 14, 55-66.
- Konorski, J. (1967). *Integrative activity of the brain*. University of Chicago Press.
- Kosslyn, S. M., & Intriligator, J. M. (1992). Is cognitive neuropsychology plausible ? The perils of sitting on a one-leg-stool. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 96-106.
- Kosslyn, S. M., & Van Kleek, M. (1990). *Broken brains and normal minds : Why Humpty Dumpty needs a skeleton*. Dans E. Schwartz (Ed.), *Computational neuroscience*. Cambridge : The MIT Press.
- Kottor, T.M. (1989). Recognition of faces by adults. *Psychological studies*, 34, 102-105.
- Kozlowski, L. T., & Cutting, J. E. (1977). Recognizing the sex of a walker from a dynamic point-light display. *Perception & Psychophysics*, 21, 575-580.
- Kurucz, J., & Feldmar, G. (1979). Prosopo-affective agnosia as a symptom of cerebral organic disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 27, 225-230.
- Kurucz, J., Feldmar, G., & Werner, W. (1979). Prosopo-affective agnosia associated with chronic organic brain syndrome. *Journal of the American Geriatrics Society*, 27, 91-95.
- Landis, C. (1924). Studies of emotional reactions : II. General behavior and facial expression. *Journal of Comparative Psychology*, 4, 447-509.
- Landis, T., Cummings, J. L., Christen, L., Bogen, J. E., & Imhof, H.-G. (1986). Are unilateral right posterior cerebral lesions sufficient to cause prosopagnosia ? Clinical and radiological findings in six additional findings. *Cortex*, 22, 243-252.

- Lavrakas, P. J., Buri, J. R., & Mayzner, M. S. (1976). A perspective on the recognition of other-race faces. *Perception and Psychophysics*, *20*, 475-481.
- Lazarus, R. S. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford : Oxford University Press.
- Leder, H., & Bruce, V. (1998). Local and relational aspects of face distinctiveness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *51*, 449-473.
- Leehey, S., Carey, S., Diamond, R., & Cahn, A. (1978). Upright and inverted faces : The right hemisphere knows the difference. *Cortex*, *14*, 411-419.
- Leonard, C. M., Rolls, E. T., Wilson, F. A., & Baylis, G. C. (1985). Neurons in the amygdala of the monkey with responses selective for faces. *Behavioural Brain Research*, *15*, 159-176.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, *27*, 363-384.
- Levenson, R. W., Ekman, P., Heider, K., & Friesen, W. V. (1992). Emotion and autonomic nervous system activity in the Minangkabu of West Sumatra. *Journal of Personality and Social Psychology*, *62*, 972-988.
- Leveroni, C. L., Seidenberg, M., Mayer, A. R., Mead, L. A., Binder, J. R., & Rao, S. M. (2000). Neural systems underlying the recognition of familiar and newly learned faces. *Journal of Neuroscience*, *20*, 878-886.
- Levy, J., Trevarthen, C., & Sperry, R. W. (1972). Perception of bilateral chimeric figures following hemisphere disconnection. *Brain*, *95*, 61-78.
- Ley, R., & Bryden, P. (1979). Hemispheric differences in processing emotions and faces. *Brain and Language*, *7*, 126-130.
- Light, L. L., Kayra-Stuart, F., & Hollander, S. (1979). Recognition memory for typical and unusual faces. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning*, *5*, 212-228.
- Lindsay, D. S., Jack, P. C., & Christian, M. A. (1991). Other-race face perception. *Journal of Applied Psychology*, *76*, 587-589.
- Lindsay, R. C. L., & Wells, G. L. (1983). What do we really know about cross-race identification? Dans S. M. A. Lloyd-Bostock & B. R. Clifford (Eds.), *Evaluating witness evidence*. Chichester : Wiley.
- Liu, C. H., Collin, C. A., Rainville, S. J., & Chaudhuri, A. (2000). The effects of spatial frequency overlap on face recognition. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *26*, 956-979.
- Mandal, M. K., & Palchoudhury, S. (1986). Choice of facial affect and psychopathology : A discriminatory analysis. *Journal of Social and Behavioural Personality*, *1*, 299-302.
- Marinkovic, K., Trebon, P., Chauvel, P., & Halgren, E. (2000). Localised face processing by the human prefrontal cortex : Face-selective intracerebral potentials and post-lesion deficits. *Cognitive Neuropsychology*, *17*, 187-199.
- Marr, D. (1982). *Vision : A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. W. H. Freeman & Co., San Francisco.
- Mattson, A. J., Levin, H. S., & Grafman, J. (2000). A case of prosopagnosia following moderate closed head injury with left hemisphere focal lesion. *Cortex*, *36*, 125-137.
- McCarthy, G., Puce, A., Belger, A., & Allison, T. (1999). Electrophysiological studies of

- human face perception. II : Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. *Cerebral Cortex*, 9, 431-444.
- McCarthy, G., Puce, A., Gore, J. C., & Allison, T. (1997). Face-specific processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 605-610.
- McCarthy, R. A., & Warrington, E. K. (1990). *Cognitive Neuropsychology : A clinical Introduction*. London : Academic Press.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1985). Distributed memory and the representation of general and specific information. *Journal of Experimental Psychology : General*, 114, 159-188.
- McWeeny, K. H., Young, A. W., Hay, D. C., & Ellis, A. W. (1987). Putting names to faces. *British Journal of Psychology*, 78, 143-151.
- Meadows, J. D. (1974). The anatomic basis of prosopagnosia. *Journal of Neurosurgery and Psychiatry*, 37, 489-501.
- Medin, D. L., & Schaffer, M. M. (1978). Context theory of classification learning. *Psychological Review*, 85, 207-238.
- Mermelstein, R., Banks, W., & Prinzmetal, W. (1979). Figural goodness effects in perception and memory. *Perception and Psychophysics*, 26, 472-480.
- Michel, F., Perenin, M. T., & Sieroff, E. (1986). Prosopagnosie sans hemianopsie suite à une lésion occipitotemporale unilatérale droite. *Revue Neurologique*, 142, 545-549.
- Millward, R., & O'Toole, A. (1986). Recognition memory transfer between spatial-frequency analysed faces. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of face processing* (p. 34-44). Dordrecht : Martinus Nijhoff.
- Milner, B. (1968). Visual recognition and recall after right temporal lobe excision in man. *Neuropsychologia*, 6, 191-209.
- Mitchell, R. C. L., Elliott, R., & Woodruff, P. W. R. (2001). fMRI and cognitive dysfunction in schizophrenia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 71-81.
- Montoute, T., (1999). *Perception et reconnaissance faciales : Intégration de processus et reconstruction des représentations*. Dissertation de Doctorat, Université Claude Bernard de Lyon.
- Morris, J. S., Frith, C. D., Perrett, D. I., Rowland, D., Young, A. W., Calder, A. J., & Dolan, R. J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383, 812-825.
- Morrison, R. L., Bellack, A. S., & Mueser, K. T. (1988). Deficits in facial-affect recognition and schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 14, 67-83.
- Moscovitch, M. (1988). Further analyses of masking functions in laterality studies of face-recognition. *Brain and Cognition*, 7, 377-380.
- Moscovitch, M., & Radzins, M. (1987). Backward masking of lateralized faces by noise, pattern, and spatial frequency. *Brain and Cognition*, 6, 72-90.
- Mueser, K. T., Doonan, R., Penn, D. L., Blanchard, J. J., Bellack, A. S., Nishith, P., & DeLeon, J. (1996). Emotion recognition and social competence in chronic schizophrenia. *Journal of abnormal psychology*, 105, 271-275.
- Muzekari, L. H., & Bates, M. E. (1977). Judgment of emotion among chronic

- schizophrenics. *Journal of clinical psychology*, 33, 662-666.
- Nachson, I. (1995). On the modularity of face recognition : The riddle of domain specificity. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17, 256-275.
- Nardelli, E., Buananno, F., Coccia, G., Fiaschi, A., Terzian, H., & Rizzuto, N. (1982). Prosopagnosia : Report of four cases. *European Neurology*, 21, 289-297.
- Narumoto, J., Yamada, H., Iidaka, T., Sadato, N., Fukui, K., Itoh, H., & Yonekura, Y. (2000). Brain regions involved in verbal or non-verbal aspects of facial emotion recognition. *NeuroReport*, 11, 2571-2576.
- Natale, M., Gur, R. E., & Gur, R. C. (1983). Hemispheric asymmetries in processing emotional expressions. *Neuropsychologia*, 21, 555-565.
- Navon, D. (1977). Forest before trees : The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Ng, W. J., & Lindsay, R. C. L. (1994). Cross-race facial recognition : Failure of the contact hypothesis. *Journal of Cross Cultural Psychology*, 25, 217-232.
- Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity and the identification-categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology : General*, 1, 39-57.
- Novic, J., Luchins, D. J., & Perline, R. (1984). Facial affect recognition in schizophrenia. Is there a differential deficit ? *The British journal of psychiatry*, 144, 533-537.
- Oatley, K., & Johnson-Laird, P. N. (1987). Towards cognitive theory of emotion. *Cognition and Emotion*, 1, 29-50.
- O'Reilly, R. C., & Farah, M. J. (1999). Simulation and explanation in neuropsychology and beyond. *Cognitive Neuropsychology*, 16, 49-72.
- O Scalaidhe, S. P., Wilson, F. A., & Goldman-Rakic, P. S. (1997). Areal segregation of face-processing neurons in prefrontal cortex. *Science*, 278, 1135-1138.
- O'Toole, A. J., Edelman, S., & Bulthoff, H. H. (1998). Stimulus-specific effects in face recognition over changes in viewpoint. *Vision Research*, 38, 2351-2363.
- O'Toole, A. J., Millward, R. B., & Anderson, J. A. (1988). A physical system approach to recognition memory for spatially transformed faces. *Neural Networks*, 1, 179-199.
- Parry, F. M., Young, A. W., Saul, J. S. M., & Moss, A. (1991). Dissociable face processing impairments after brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 13, 545-556.
- Pellegrin, A., Sansone, S., Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (1997). *Etude expérimentale de la similarité physiionomique dans l'effet du changement d'expression faciale sur la reconnaissance des visages*. La perception visuelle, Ecole d'hiver Neurosciences et Sciences de l'Ingenieur. ? France : Mai 1997.
- Pellegrin, A., Sansone, S., Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (1998). *The effect of facial expression on face recognition : an emotional component*. The 1998 Meeting of the Psychonomic Society. Dallas (Texas, EU) : 19-22 novembre 1998.
- Penfield, W., & Perot, P. (1963). The brain's record of auditory and visual experience. *Brain*, 86, 595-696.
- Peng, C. Y. Y. (1989). *Decoding facial expressions of emotion : Social, cognitive and neuropsychological aspects*. D. Phil. Thesis, University of Oxford.

- 
- Perkins, D. (1975). A definition of caricature, and caricature and recognition. *Studies in the Anthropology of Visual Communication*, 2, 1-24.
- Perrett, D. I., Hietanen, J. K., Oram, M. W., & Benson, P. J. (1992). Organisation and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. Dans V. Bruce, A. Cowey, A. W. Ellis & D. I. Perrett (Eds.), *Processing the facial image*. Oxford : Alden Press, 23-30.
- Perrett, D. I., Mistlin, A. J., Chitty, A. J., Harris, M., Newcombe, D. I., & De Haan, E. (1988). Neuronal mechanisms of face perception and their pathology. Dans C. Kennard & F. Clifford Rose (Eds.), *Physiological aspects of clinical neuro-ophthalmology* (pp. 137-154). London : Chapman & Hall.
- Perrett, D. I., Mistlin, A. J., Potter, D. D., Smith, P. A. J., Head, A. S., Chitty, A. J., Broennimann, R., Milner, A. D., & Jeeves, M. A. J. (1986). Functional organization of visual neurones processing face identity. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing*. Martinus Nijhoff Publishers : Dordrecht.
- Perrett, D. I., Oram, M. W., Harries, M. H., Bevan, R., Hietanen, J. K., Benson, P. J., & Thomas, S. (1991). Viewer-centred and object-centred coding of heads in the macaque temporal cortex. *Experimental Brain Research*, 86, 159-173.
- Perrett, D. I., Rolls, E. T., & Caan, W. (1979). Temporal lobe cells of the monkey with visual responses selective for faces. *Neuroscience letter, suppl 3*, S358.
- Perrett, D. I., Rolls, E. T., & Caan, W. (1982). Visual neurones responsive to faces in the monkey temporal cortex. *Experimental Brain Research*, 47, 329-342.
- Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Mistlin, A. J., Chitty, A. J., Head, A. S., Potter, D. D., Broennimann, R., Milner, A. D., et Jeeves, M. A. (1984b). Visual analysis of body movements by neurones in the temporal cortex of the macaque monkey : A preliminary report. *Behavioral Brain Research*, 16, 153-170.
- Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Potter, D. D., Mistlin, A. J., Head, A. S., Milner, A. D., & Jeeves, M. A. (1984a). Neurones responsive to faces in the temporal cortex : Studies of functional organization, sensitivity to identity and relation to perception. *Human Neurobiology*, 3, 197-208.
- Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Potter, D. D., Mistlin, A. J., Head, A. S., Milner, D., & Jeeves, M. A. (1985). Visual cells in the temporal cortex sensitive to face view and gaze direction. *Processing of the Royal Society*, B223, 293-317.
- Phillips, M. L., Young, A. W., Senior, C., Brammer, M., Andrew, C., Calder, A. J., Bullmore, E. T., Perrett, D. I., Rowland, D., Williams, S.C., Gray, J. A., & David, A.S. (1997). A specific neural substrate for perceiving facial expressions of disgust. *Nature*, 389, 495-498.
- Phillips, R. J. (1972). Why are faces hard to recognise in photographic negative? *Perception & Psychophysics*, 12, 425-426.
- Phippard, D. (1977). Hemifield differences in visual perception in deaf and hearing subjects. *Neuropsychologia*, 15, 555-561.
- Pigarev, I. N., Rizzolatti, G., & Scandolara, C. (1979). Neurones responding to visual stimuli in the frontal lobe of macaque monkeys. *Neuroscience letter*, 12, 207-212.

- Pollack, I., & Norman, D. A. (1964). A nonparametric analysis of recognition experiments. *Psychonomic Science*, 1, 125-126.
- Puce, A., Allison, T., Asgari, M., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1996). Differential sensitivity of human visual cortex to faces, letterstrings, and textures : A functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neurosciences*, 16, 5205-5215.
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in human subjects viewing eye and mouth movements. *Journal of Neuroscience*, 18, 2188-2199.
- Puce, A., Allison, T., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1995). Face-sensitive regions in human extrastriate cortex studies by functional MRI. *Journal of Neurophysiology*, 74, 1192-1199.
- Puce, A., Allison, T., & McCarthy, G. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. III: Effects of top-down processing on face-specific potentials. *Cerebral Cortex*, 9, 445-458.
- Rapcsak, S. Z., Comer, J. F., & Rubens, A. B. (1993). Anomia for facial expressions : Neuropsychological mechanisms and anatomical correlates. *Brain and Language*, 45, 233-252.
- Rapcsak, S. Z., Kaszniak, A. W., & Rubens, A. B. (1989). Anomia for facial expressions : evidence for a category specific visual-verbal disconnection syndrome. *Neuropsychologia*, 27, 1031-1041.
- Rapcsak, S. Z., Polster, M. R., Glisky, M. L., & Comer, J. F. (1996). False recognition of unfamiliar faces following right hemisphere damage : Neuropsychological and anatomical observations. *Cortex*, 32, 593-611.
- Renault, B., Signoret, J. L., Debrulle, B., Breton, F., & Bolgert, F. (1989). Brain potentials reveal covert facial recognition in prosopagnosia. *Neuropsychologia*, 27, 905-912.
- Rhodes, G. (1985). Lateralized processes in face recognition. *British Journal of Psychology*, 76, 249-271.
- Rhodes, G., Brennan, S., & Carey, S. (1987). Identification and ratings of caricatures : Implications for mental representations of faces. *Cognitive Psychology*, 19, 473-497.
- Rhodes, G., & Moody, J. (1990). Memory representations of unfamiliar faces : Coding of distinctive information. *New Zealand Journal of Psychology*, 19, 70-78.
- Rhodes, G., Ronke, K., & Tan, S. (1990). Asymmetries in face perception : Component processes, face specificity and expertise effects. *Cortex*, 26, 13-32.
- Rhodes, G., Tan, S., Brake, S., & Taylor, K. (1989). Expertise and configural coding in face recognition. *British Journal of Psychology*, 80, 313-331.
- Riley, D., & Costall, A. (1980). Comments on "Recognition of faces in the presence of two-dimensional sinusoidal masks" by Tieger and Ganz. *Perception & psychophysics*, 27, 373-374.
- Rizzolati, G., Umiltà, C., & Berlucchi, G. (1971). Opposite superiorities of the right and left cerebral hemispheres in discriminating reaction time to physiognomical and alphabetical material. *Brain*, 94, 431-442.
- Roberts, T., & Bruce, V. (1988). Feature saliency in judging the sex and familiarity of

- faces. *Perception*, 17, 475-481.
- Rock, I. (1974). The perception of disoriented figures. *Scientific American*, 230, 78-85.
- Rolls, E. T. (1984). Neurons in the cortex of the temporal lobe and in the amygdala of the monkey with responses selective for faces. *Human Neurobiology*, 3, 209-222.
- Rolls, E. T., & Baylis, G. C. (1986). Size and contrast have only small effects on the responses to faces of neurons in the cortex of the superior temporal sulcus of the monkey. *Experimental Brain Research*, 65, 38-48.
- Rolls, E. T., Baylis, G. C., & Leonard, C. M. (1985). Role of low and high spatial frequencies in the face-selective responses of neurons in the cortex in the superior temporal sulcus in the monkey. *Vision Research*, 25, 1021-1035.
- Rosch, E. (1973). Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4, 328-350.
- Rosch, E., & Mervis, C. B. (1975). Family resemblances : Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7, 573-605.
- Rosch, E., Simpson, C., & Miller, S. (1976). Structural bases of typicality effects. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 2, 491-502.
- Rossion, B., Campanella, S., Gomez, C. M., Delinte, A., Debatisse, D., Liard, L., Dubois, S., Bruyer, R., Crommelinck, M., & Guérit, J. M. (1999a). Task modulation of brain activity related to familiar and unfamiliar face processing : An ERP STUDY. *Clinical Neurophysiology*, 110, 449-462.
- Rossion, B., Delvenne, J.-F., Debatisse, D., Goffaux, V., Bruyer, R., Crommelinck, M., & Guérit, J.-M. (1999b). A spatio-temporal localization of the face inversion effect : An event-related potentials study. *Biological Psychology*, 50, 173-189.
- Rossion, B., Dricot, L., Devolder, A., Bodart, J.-M., Crommelinck, M., De Gelber, B., & Zoontjes, R. (2000a). Hemispheric asymmetries for whole-based and part-based face processing in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 793-802.
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., & Crommelinck, M. (2000b). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects : An electrophysiological account of face-specific processes in the human brain. *Cognitive Neuroscience*, 11, 69-74.
- Russel, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161-1178.
- Russel, J. A. (1993). Forced-choice response format in the study of facial expression. *Motivation and Emotion*, 17, 41-51.
- Russel, J. A. (1994). Is there universal recognition of emotion from facial expression ? *Psychological Bulletin*, 115, 102-141.
- Russel, J. A. (1995). Facial expressions of emotion : What lies beyond minimal universality ? *Psychological Bulletin*, 118, 379-391.
- Russel, J. A. (1997). Reading emotions from and into faces : Resurrecting a dimensional-contextual perspective. Dans J. A. Russell & J. M. Fernandez-Dols (Eds.), *The psychology of facial expression* (pp. 295-320). New York : Cambridge University Press.

- Russel, J. A., & Fernandez-Dols, J. M. (1997). What does a facial expression mean ? Dans J. A. Russell & J. M. Fernandez-Dols (Eds.), *The psychology of facial expression* (pp. 3-30). New York : Cambridge University Press.
- Safer, M. (1981). Sex and hemisphere differences in access to codes for processing emotional expressions and faces. *Journal of Experimental Psychology : General*, 110, 86-100.
- Salem, J. E., Kring, A., & Kerr, S. L. (1996). More evidence for generalized poor performance in facial emotion perception in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, 105, 480-483.
- Sansone, S., Baudouin, J.-Y., & Tiberghien, G. (1995). *Le rôle de l'expression faciale émotionnelle dans une tâche d'appariement sur l'identité*. V<sup>o</sup> Journées d'Etudes de l'Association de Psychologie Scientifique en Langue Française. Coimbra (Portugal), 15-16 septembre 1995.
- Sansone, S., & Tiberghien, G. (1994). Traitement de l'expression faciale et reconnaissance : indépendance ou interaction ? *Psychologie Française*, 39, 327-344.
- Schooler, C., Neumann, E., Caplan, L. J., & Roberts, B. R. (1997). A time course analysis of Stroop interference and facilitation: comparing normal individuals and individuals with schizophrenia. *Journal of Experimental Psychology : General*, 126, 19-36.
- Schweich, M., & Bruyer, R. (1993). Heterogeneity in Cognitive Manifestations of Prosopagnosia : The Study of a Group of Single Cases. *Cognitive Neuropsychology*, 10, 529-547.
- Schweinberger, S. R., Burton, A. M., & Kelly, S. W. (1999). Asymmetric relationship between identity and emotion perception : Experiments with morphed faces. *Perception & Psychophysics*, 61, 1102-1115.
- Schweinberger, S. R., & Soukup, G. R. (1998). Asymmetric relationships among perceptions of facial identity, emotion, and facial speech. *Journal of Experimental Psychology : Human perception and Performance*, 24, 1748-1765.
- Searcy, J. H., & Bartlett, J. C. (1996). Inversion and processing of component and spatial-relational information in faces. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 22, 904-915.
- Semenza, C., & Zettin, M. (1988). Generating proper names : A case of selective inability. *Cognitive Neuropsychology*, 5, 711-721.
- Semenza, C., & Zettin, M. (1989). Evidence from aphasia for the role of proper names as pure referring expressions. *Nature, Lond.* 342, 678-679.
- Sergent, J. (1984). An investigation into component and configural processes underlying face perception. *British Journal of Psychology*, 75, 221-242.
- Sergent, J. (1985). Influence of face and input factors on hemispheric involvement in face processing. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 11, 846-861.
- Sergent, J. (1986a). Methodological constraints on neuropsychological studies of faces perception in normals. Dans R. Bruyer (Ed.), *The neuropsychology of face perception and facial expression*. Lawrence Erlbaum : Hillsdale, New Jersey.



- 
- Sergent, J. (1986b). Microgenesis of face perception. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe, & A. W. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing* (pp. 17-33). Dordrecht : Martinus Nijhoff Publishers.
- Sergent, J. (1989). Structural processing of faces. Dans A. W. Young & H. D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing* (p. 57-91). North-Holand : Elsevier Science Publishers.
- Sergent, J. (1990a). The neuropsychology of visual image generation : data, method, and theory. *Brain and Cognition*, 13, 98-129.
- Sergent, J. (1990b). Furtive incursions into bicameral minds. *Brain*, 113, 537-568.
- Sergent, J. (1991). Neuro-anatomie fonctionnelle de l'identification des visages : Une étude tomographique par émission de positons. *Revue de Neuropsychologie*, 1, 119-156.
- Sergent, J., & Bindra, D. (1981). Differential hemispheric processing of faces : Methodological considerations and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 89, 541-554.
- Sergent, J., & Corballis, M. C. (1989). Categorization of disoriented faces in the cerebral hemispheres of normal and commissurotomed subjects. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 15, 701-710.
- Sergent, J., Ohta, S., & McDonald, B. (1992). Functional neuroanatomy of face and object processing : A positron emission tomography study. *Brain*, 115, 15-36.
- Sergent, J., Ohta, S., MacDonald, B., & Zuck, E. (1994). Segregated processing of facial identity and emotion in the human brain : A PET-scan study. Dans V. Bruce & G. W. Humphreys (Eds.), *Object and face recognition*. Lawrence Erlbaum : Hillsdale.
- Sergent, J., Shinsuke, O., MacDonald, B., & Zuck, E. (1994). Segregated processing of facial identity and emotion in the human brain : A PET-scan study. *Visual Cognition*, 1 (2/3), 349-369.
- Sergent, J., & Signoret, J.-L. (1991). Outstanding issues in the study of prosopagnosia. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*, 13, 19.
- Sergent, J., & Signoret, J.-L. (1992). Functional and anatomical decomposition of face processing : evidence from prosopagnosia and PET study of normal subjects. Dans V. Bruce, A. Cowey, A. W. Ellis & D. I. Perrett (Eds.). *Processing the facial image*. Oxford : Alden Press.
- Sergent, J., & Villemure, J. G. (1989). Prosopagnosia in a right hemispherectomized patient. *Brain*, 112, 975-995.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Shapiro, P. N., & Penrod, S. (1986). Meta-analysis of facial identification studies. *Psychological Bulletin*, 100, 139-156.
- Shepherd, J. W. (1981). Social factors in face recognition. Dans G. M. Davies, H. D. Ellis, & J. Shepherd (Eds.), *Perceiving and remembering faces* (p. 55-79). London : Academic Press.
- Shepherd, J. W., Davies, G. M., & Ellis, H. D. (1981). Studies of cue saliency. Dans G. Davies, H. Ellis, & J. Shepherd (Eds.), *Perceiving and Remembering Faces* (pp.

- 105-131). London : Academic Press.
- Shepherd, J. W., & Deregowski, J. B. (1981). Races and faces-a comparison of the responses of Africans and Europeans to faces of the same and different races. *British Journal of Social Psychology*, 20, 125-133.
- Shepherd, J. W., Gibling, F., & Ellis, H. D. (1991). The effects of distinctiveness, presentation time and delay on face recognition. *European Journal of Cognitive Psychology*, 3 (1), 137-145.
- Shuttleworth, J. C., Syring, V., & Allen, N. (1982). Further observations on the nature of prosopagnosia. *Brain and Cognition*, 1, 307-322.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74, 1-29.
- Spohn, H. E., & Strauss, M. E. (1989). Relation of neuroleptic and anticholinergic medication to cognitive functions in schizophrenia. *Journal of abnormal psychology*, 98, 367-380.
- Stanhope, N., & Cohen, G. (1993). Retrieval of proper names : Testing the models. *British Journal of Psychology*, 84, 51-64.
- Stevenage, S. V. (1995a). Can caricatures really produce distinctiveness effects? *British Journal of Psychology*, 86, 127-146.
- Stevenage, S. V. (1995b). Demonstration of a caricature advantage in children. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 14, 325-341.
- Stone, V. E., Nisenson, L., Eliassen, J. C., & Gazzaniga, M. S. (1996). Left hemisphere representations of emotional facial expressions. *Neuropsychologia*, 34, 23-29.
- Strauss, E., & Moscovitch, M. (1981). Perception of facial expressions. *Brain and Language*, 13, 308-332.
- Streit, M., Ioannides, A. A., Liu, L., Wolwer, W., Dammers, J., Gross, J., Gaebel, W., & Muller-Gartner, H. W. (1999). Neurophysiological correlates of the recognition of facial expressions of emotion as revealed by magnetoencephalography. *Brain Research : Cognitive Brain Research*, 7, 481-491.
- Streit, M., Wolwer, W., & Gaebel, W. (1997). Facial-affect recognition and visual scanning behaviour in the course of schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 24, 311-317.
- Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and wholes in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 225-245.
- Thompson, P. (1980). Margaret Thatcher : A new illusion. *Perception*, 9, 483-484.
- Tiberghien, G. (1983). La mémoire des visages. *L'Année Psychologique*, 83, 153-198.
- Tiberghien, G. (1986). Context effects in recognition memory of faces : Some theoretical problems. Dans H. D. Ellis, M. A. Jeeves, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing*. Martinus Nijhoff Publishers : Dordrecht.
- Tiberghien, G. (1988). Perception et mémoire des visages. *Intellectica*, 5, 89-111.
- Tiberghien, G. (1989). Face processing and face semantics. Dans A. W. Young & H. D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing*. Elsevier : Amsterdam.
- Tiberghien, G. (1997). *La mémoire oubliée*. Liège: Mardaga.

- 
- Tiberghien, G., & Clerc, I. (1986). The cognitive locus of prosopagnosia. Dans R. Bruyer (Ed.), *The neuropsychologie of face perception and facial expression*. Lawrence Erlbaum : Hillsdale, New Jersey.
- Tieger, T., & Ganz, L. (1979). Recognition of faces in the presence of two-dimensional sinusoidal masks. *Perception & Psychophysics*, 26, 163-167.
- Tomkins, S. S. (1962/1963). *Affect, imagery, consciousness* (vol. 1 & 2). New York : Springer.
- Tong, F., Nakayama, K., Moscovitch, M., Weinrib, O., & Kanwisher, N. (2000). Response properties of the human fusiform face area. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 257-279.
- Torii, H., & Tamai, A. (1985). The problem of prosopagnosia : Report of three cases with occlusion of the right posterior cerebral artery. Abstracts of the XIII World Congress of Neurology. *Journal of Neurology, suppl. au vol. 232*, 140.
- Tovée, M. J., & Cohen-Tovée, E. M. (1993). The neural substrates of face processing models : A review. *Cognitive Neuropsychology*, 10, 505-528.
- Tranel, D., Damasio, A. R., & Damasio, H. (1988). Intact recognition of facial expression, gender, and age in patients with impaired recognition of face identity. *Neurology*, 38, 690-696.
- Turvey, M. T. (1973). On peripheral and central processes in vision: Inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 80, 1-52.
- Tzavaras, A., Hécaen, H., & Le Bras, H. (1970). Le problème de la spécificité du déficit de la reconnaissance du visage humain lors des lésions hémisphériques unilatérales. *Neuropsychologia*, 8, 403-416.
- Uttal, W. R., Baruch, T., & Allen, L. (1995a). The effect of combinations of image degradations in a discrimination task. *Perception and Psychophysics*, 57, 668-681.
- Uttal, W. R., Baruch, T., & Allen, L. (1995b). Sequential image degradations in a recognition task. *Perception and Psychophysics*, 57, 682-691.
- Valentin, D., Abdi, H., & Edelman, B. (1997). What represents a face ? A computational approach for the integration of physiological and psychological data. *Perception*, 26, 1271-1288.
- Valentin, D., Abdi, H., & Edelman, B. (1999). From rotation to disfiguration : Testing a dual-strategy model for recognition of faces across view angles. *Perception*, 28, 817-824.
- Valentin, D., Abdi, H., O'Toole, A., & Cottrell, G. (1994). Connectionist model of face processing : a survey. *Pattern recognition*, 27, 1209-1230.
- Valentine, T. (1988). Upside-down faces : A review of the effect of inversion upon face recognition. *British Journal of Psychology*, 79, 471-491.
- Valentine, T. (1990). Representation and process in face recognition. Dans R. Watt (Ed.), *Vision and Visual Dysfunction Vol. 14 : Pattern Recognition by Man and Machine* (Series ed. J. Cronley-Dillon). London : Macmillan.
- Valentine, T. (1991). A Unified Account of the Effects of Distinctiveness, Inversion, and Race in Face Recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A,

161-204.

- Valentine, T. (2001). Face-space models of face recognition. Dans M. J. Wenger & J. T. Townsend (Eds.), *Computational, geometric, and process perspectives on facial cognition: Contexts and challenges*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associated.
- Valentine, T., & Bruce, V. (1986a). The effects of distinctiveness in recognising and classifying faces. *Perception, 15*, 525-535.
- Valentine, T., & Bruce, V. (1986b). The effect of race, inversion and encoding activity upon face recognition. *Acta Psychologica, 61*, 259-273.
- Valentine, T., & Bruce, V. (1986c). Recognizing familiar faces : The role of distinctiveness and familiarity. *Canadian Journal of Psychology, 40*, 300-305.
- Valentine, T., & Bruce, V. (1988). Mental rotation of faces. *Memory and Cognition, 16*, 556-566.
- Valentine, T., Chiroro, P. & Dixon, R. (1995). An account of the own-race bias and the contact hypothesis in terms of a face space model of face recognition. Dans T. Valentine, T. (Ed.), *Cognitive and computational aspects of face recognition : Explorations in face space*. London: Routledge.
- Valentine, T., & Endo, M. (1992). Towards an exemplar model of face processing : The effects of race and distinctiveness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology : Human Experimental Psychology, 44A*, 671-703.
- Van Santen, J. P. H., & Jonides, J. (1978). A replication of the face-superiority effect. *Bulletin of Psychonomic Society, 12*, 378-388.
- Van Wallendael, L. R., & Kuhn, J. C. (1997). Distinctiveness is in the eye of the beholder : Cross-racial differences in perceptions of faces. *Psychological Reports, 80*, 35-39
- Versace, R., & Tiberghien, G. (1985). Spécialisation hémisphérique et fréquences spatiales. *L'Année Psychologique, 85*, 249-273.
- Versace, R., & Tiberghien, G. (1988). Sensitivity of cerebral hemispheres to the local and global components of verbal and non verbal stimuli. *CPC: European Bulletin of Cognitive Psychology, 8*, 125-138.
- Vignal, J. P., Chauvel, P., & Halgren, E. (2000). Localised face processing by the human prefrontal cortex : Stimulation-evoked hallucinations of faces. *Cognitive Neuropsychology, 17*, 281-291.
- Walker, E., Marwit, S. J., & Emory, E. (1980). A cross-sectional study of emotion recognition in schizophrenics. *Journal of abnormal psychology, 89*, 428-436.
- Walker, E., McGuire, M., & Bettes, B. (1984). Recognition and identification of facial stimuli by schizophrenics and patients with affective disorders. *British Journal of Clinical Psychology, 23*, 37-44.
- Wallbott, H. G., & Ricci-Bitti, P. (1993). Decoders' processing of emotional facial expression - A top-down or bottom-up mechanisms. *European Journal of Social Psychology, 23*, 427-443.
- Warrington, E. K., & James, M. (1967). An experimental investigation of facial recognition in patients with unilateral cerebral lesions. *Cortex, 3*, 317-326.
- Watson, A. B. (1986). Temporal Sensitivity. Dans K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P.

- 
- Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance* (vol.1, p. 6/1-6/43). New York : John Wiley.
- Watson, D., & Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98, 219-235.
- Weddell, R. A. (1989). Recognition memory for emotional facial expressions in patients with focal cerebral lesions. *Brain and Cognition*, 11, 1-17.
- Whiteley, A. M., & Warrington, E. K. (1977). Prosopagnosia : A clinical, psychological, and anatomical study of three patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 40, 395-403.
- Wickham, L. H., Morris, P. E., & Fritz, C. O. (2000). Facial distinctiveness: its measurement, distribution and influence on immediate and delayed recognition. *The British journal of psychology*, 91, 99-123.
- Williams, L. M., Loughland, C. M., Gordon, E., & Davidson, D. (1999). Visual scanpaths in schizophrenia : Is there a deficit in face recognition ? *Schizophrenia Research*, 40, 189-199.
- Wilson, F. A. W., Scaldidhe, S. P., & Goldman-Rakic, P. S. (1993). Dissociation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex. *Science*, 260, 1955-1958.
- Winograd, E. (1981). Elaboration and distinctiveness in memory for faces. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and memory*, 7, 181-190.
- Wojciulik, E., Kanwisher, N., & Driver, J. (1998). Modulation of activity in the fusiform face area by covert attention : An fMRI study. *Journal of Neurophysiology*, 79, 1574-1579.
- Yamada, H., Chiba, H., Tsuda, K., Maiya, K., & Harashima, H. (1992). A facial image processing system for psychological studies. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Robot and Human Communication*, pp. 358-362.
- Yamaguchi, M. K., Hirukawa, T., & Kanazawa, S. (1995). Judgment of gender through facial parts. *Perception*, 24, 563-575.
- Yamane, S., Kaji, S., & Kawano K. (1988). What facial features activate face neurons in inferotemporal cortex of the monkey. *Experimental Brain Research*, 73, 209-214.
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental psychology*, 81, 141-145.
- Yin, R. K. (1970). Face recognition by brain-injured patients : A dissociable ability? *Neuropsychologia*, 8, 395-402.
- Young, A. W. (1988). Functional organization of visual recognition. Dans L. Weiskrantz (Ed.), *Thought without Language* (p. 78-107). Oxford University Press.
- Young, A. W. (1992). Face recognition impairments. Dans V. Bruce, A. Cowey, A. W. Ellis, & D. I. Perrett (Eds.), *Processing the facial image* (pp. 47-54). Oxford : Alden Press.
- Young, A. W. (1998). Finding the mind's construction in the face. Dans A. W. Young (Ed.), *Face and mind* (pp. 1-66). Oxford : Oxford University Press.
- Young, A. W., Aggleton, J. P., Hellawell, D. J., Johnson, M., Brooks, P., & Hanley, J. R.

- (1995). Face processing impairments after amygdalotomy. *Brain*, 118, 15-24.
- Young, A. W., & Bruce, V. (1991). Perceptual categories and the computation of "grandmother". *European Journal of Cognitive Psychology*, 3, 5-49.
- Young, A. W., & Burton, A. M. (1999). Simulating face recognition : implications for modelling cognition. *Cognitive Neuropsychology*, 16, 1-48.
- Young, A. W., De Haan, E. H. F., & Newcombe, F. (1990). Unawareness of impaired face recognition. *Brain Cognition*, 14, 1-18.
- Young, A. W., Ellis, A. W., & Flude, B. M. (1988). Accessing stored information about familiar people. *Psychological Research*, 50, 111-115.
- Young, A. W., & Ellis, H. D. (1989). Childhood prosopagnosia. *Brain and Cognition*, 9,16-47.
- Young, A. W., Hay, D. C., & Ellis, A. W. (1985a). The faces that launched a thousand slips : Everyday difficulties and errors in recognising people. *British Journal of Psychology*, 76, 495-523.
- Young, A. W., Hay, D. C., McWeeny, K. H., Flude, B. M., & Ellis, A. W. (1985b). Matching familiar and unfamiliar faces on internal and external features. *Perception*, 14, 737-746.
- Young, A. W., Hellowell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational information in face perception. *Perception*, 16, 747-759.
- Young, A. W., Hellowell, D. J., Van De Wal, C., & Johnson, M. (1996). Facial expression processing after amygdalotomy. *Neuropsychologia*, 34, 31-39.
- Young, A. W., McWeeny, K. H., Ellis, A. W., & Hay, D. C. (1986a). Access to Identity-Specific Semantic Codes from Familiar Faces. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 271-296.
- Young, A. W., McWeeny, K. H., Hay, D. C., & Ellis, H. D., (1986b). Matching familiar and unfamiliar faces on identity and expression. *Psychological Research*, 48, 63-68.
- Young, A. W., Rowland, D., Calder, A. J., & Etcoff, N. L. (1997). Facial expression megamix : Tests of dimensional and category accounts of emotion recognition. *Cognition*, 63, 271-313.
- Young, M. P., & Yamane, S. (1992). Sparse population coding of faces in the inferotemporal cortex. *Science*, 256, 1327-1331.

## ANNEXE : Exemple de visage utilisé dans l'Expérience 2

Image absente de la version électronique déposée par l'auteur

*Visage non filtré*

Image absente de la version électronique déposée par l'auteur

*fréquences inférieures à 0,35 cy/°*

Image absente de la version électronique déposée par l'auteur

*fréquences de 0,35 à 0,70 cy/°*

Image absente de la version électronique déposée par l'auteur

*fréquences de 0,70 à 1,20 cy/°*

Image absente de la version  
électronique déposée par l'auteur

*fréquences de 1,20 à 3 cy/°*

Image absente de la version  
électronique déposée par l'auteur

*fréquences de 3 à 6 cy/°*

Image absente de la version  
électronique déposée par l'auteur

*fréquences de 6 à 11 cy/°*

Image absente de la version  
électronique déposée par l'auteur

*fréquences supérieures à 11 cy/°*