

Jean-Yves Baudouin

EXPERT EN VISAGES

Sommes-nous programmés
pour reconnaître les visages ?



● SCIENCES
COGNITIVES



Jean-Yves Baudouin

EXPERT EN VISAGES

Sommes-nous programmés
pour reconnaître les visages ?

Presses universitaires de Grenoble

INTRODUCTION

De par la diversité et la nature des informations qu'il nous apporte, le visage forme une catégorie de stimuli visuels dont l'importance sociale est considérable. Il nous permet d'abord d'identifier un congénère, c'est-à-dire de déterminer qu'il nous est déjà connu, mais aussi de retrouver diverses informations sémantiques et épisodiques telles que son nom, sa profession, le contexte des précédentes rencontres, et beaucoup d'autres souvenirs encore. Il est d'ailleurs une des sources d'identification d'une personne, probablement la principale avec la voix. Il permet aussi de catégoriser la personne, même inconnue, selon différentes dimensions susceptibles d'orienter les interactions sociales ; le sexe, l'âge ou l'origine ethnique, par exemple. Son rôle dans la communication non verbale n'est plus à démontrer, notamment dans la communication de l'état émotionnel. Il est même un complément de la communication verbale puisqu'il permet une lecture labiale qui facilite la compréhension auditive de la parole. Il aide aussi à déterminer, par l'analyse du regard, la direction dans laquelle autrui dirige son attention. Finalement, il donne lieu à de nombreuses inférences sur la personne portant sur sa personnalité, ses compétences et son attirance (pour une revue, voir Baudouin et Tiberghien, 2004). L'ensemble de ces fonctions fait donc du visage un des stimuli essentiels de notre environnement social.

La variété des informations véhiculées par le visage ne constitue pas sa seule particularité. Il constitue aussi une des catégories visuelles les plus homogènes. Tous les visages sont constitués des mêmes éléments (les traits) qui ont toujours la même position relative. De plus, les propriétés physiques de ces éléments, comme leur couleur ou leur forme, ont une gamme limitée de variations. Les différentes valeurs possibles sont donc le plus souvent partagées par un grand nombre d'exemplaires et un visage ne se distingue que très rarement des autres sur la base d'une caractéristique unique. Il en est de même pour la distinction des différentes sous-catégories faciales comme celles déterminées par le sexe,

l'âge ou l'expression émotionnelle. Par exemple, des sourcils fins caractérisent généralement les visages féminins mais, pourtant, certains visages féminins n'ont pas les sourcils particulièrement fins, alors que certains visages masculins en possèdent. Seules des capacités fines de discrimination permettent donc de distinguer et de catégoriser les visages.

Ces deux constats (forte similitude des différents exemplaires, richesse et complexité des informations apportées) ont un écho particulier lorsqu'on sait par ailleurs que les capacités de traitement de l'information faciale sont très fiables et rapides ; il suffit généralement de quelques centièmes de seconde pour identifier une personne, déterminer son sexe ou inférer son état émotionnel. De plus, chaque information peut être extraite indépendamment des autres. Par exemple, nous sommes capables de reconnaître une personne quelle que soit son expression émotionnelle, même après plusieurs années. De même, nous pouvons catégoriser le genre ou reconnaître l'expression d'un même état émotionnel sur les visages de personnes très différentes, connues ou inconnues. Comment le système cognitif parvient-il alors à extraire aussi précisément et rapidement l'information faciale ?

Dans les années 1980, la réponse apportée a été la suivante : chaque type d'information est pris en charge par un module de traitement spécifique dont le seul rôle est de l'extraire. Chaque module travaille automatiquement et en toute indépendance, sans prendre en compte les opérations des autres modules chargés d'extraire les autres informations. On reconnaît ici la conception fodorienne du traitement de l'information, notamment la notion de modules encapsulés, dont les opérations sont déclenchées automatiquement (Fodor, 1983). Fodor lui-même a d'ailleurs envisagé l'existence d'un module « visage ». Cette conception, en termes de déclenchement automatique et d'encapsulation avec des modules qui ne prennent en compte que les informations pertinentes de l'environnement, permet d'expliquer à la fois la rapidité de la réponse – par l'automatisme – et sa précision indépendante des variations – par des modules distincts et leur encapsulation. Cette conception a fortement influencé la recherche sur la reconnaissance des visages et le succès du modèle de Bruce et Young (1986) (figure 1).

Dans ce modèle, le traitement de l'information faciale est réalisé par un ensemble de mécanismes ou modules, plus ou moins indépendants les uns des autres, chaque module prenant en charge une seule information faciale. Ce modèle a été le point de départ de nombreux travaux sur les visages postulant l'indépendance des modules impliqués dans l'extraction des différentes informations (telles l'identité, l'expression, la lecture labiale) et la spécificité de chaque module.

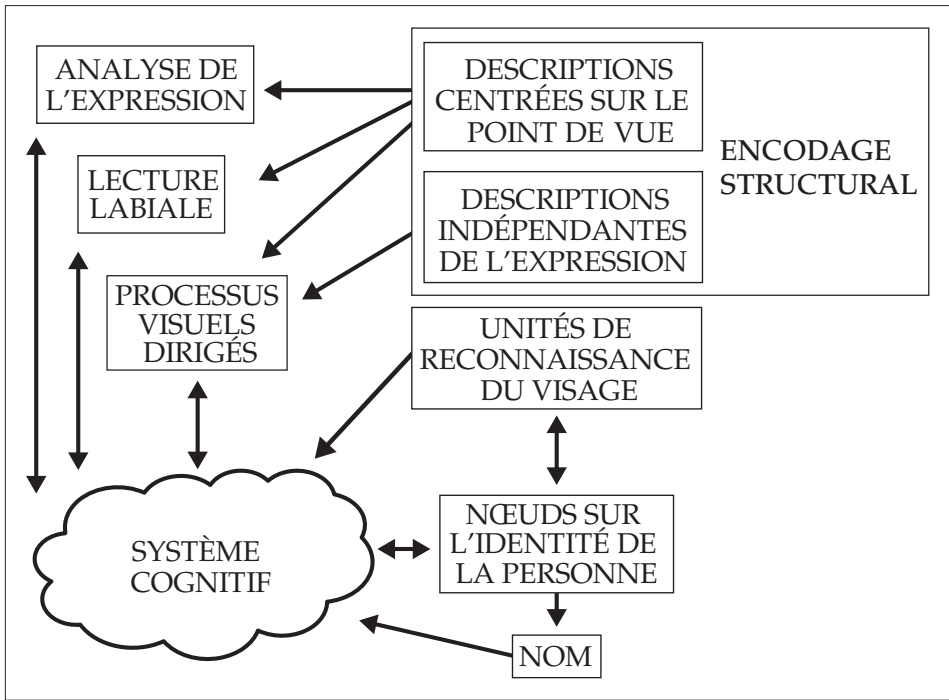


Figure 1 – Le modèle de Bruce et Young (1986).

La conception modulaire et les implications théoriques de ce modèle ont inspiré un courant de recherche qui s'est propagé transversalement à différentes disciplines des sciences cognitives. Cette conception a évolué en fonction du cadre théorique et paradigmatique de chacune d'entre elles, offrant ainsi de nouvelles perspectives. Le postulat de modularité du traitement de l'information faciale et ses implications peuvent être définis comme suit :

1. Le traitement de l'information faciale repose sur des mécanismes cognitifs qui lui sont spécifiques, différents mécanismes étant chargés du traitement des différents types d'information faciale.

Le système cognitif dispose ainsi, pour chaque information, de mécanismes spécialement dédiés au traitement du visage. Selon l'information, le mécanisme associé traite des caractéristiques particulières du visage, et leur applique des opérations, elles aussi particulières et distinctes de celles appliquées par les autres. Différentes manipulations expérimentales devraient donc affecter à des degrés variables chaque mécanisme. Ainsi, la reconnaissance du visage devrait être affectée par des facteurs qui n'influencent pas ou peu la reconnaissance d'autres catégories de stimuli visuels, comme les objets ou les mots. Par contre,

elle ne devrait pas être sensible à certains des facteurs qui influencent ces derniers. De même, le traitement des différentes informations faciales (comme la reconnaissance du visage, le traitement de l'expression faciale émotionnelle ou la catégorisation du genre) devrait être sensible à des facteurs au moins partiellement distincts. Plus précisément, un mécanisme chargé du traitement d'une information faciale n'agira que sur les caractéristiques faciales qui lui sont pertinentes. Il ne prendra donc pas en compte les variations induites par des changements liés à d'autres informations. Cette particularité permet donc l'extraction d'une information indépendamment des variations des autres.

2. Ces mécanismes cognitifs ont une base neurale spécifique, ce qui se traduit par l'existence de structures cérébrales distinctes, avec autant de structures qu'il existe de mécanismes.

Chaque mécanisme cognitif est abrité dans une structure cérébrale tout aussi spécifique. Il est donc possible d'isoler ces structures, leur activité devant résulter de la mise en œuvre du mécanisme qu'elle abrite, et de lui seul. Ces structures sont spécifiques, tout d'abord, au visage, puis à une information faciale particulière. Par conséquent, il existe une ou plusieurs structures de reconnaissance du visage, d'autres structures de traitement de l'expression faciale émotionnelle ou de catégorisation du genre, et ainsi de suite. Ainsi, l'activité cérébrale de la structure est modulée par les facteurs affectant le mécanisme qu'elle abrite, et par eux seuls.

3. Les mécanismes cognitifs, et par conséquent les structures cérébrales sous-jacentes, effectuent leurs opérations automatiquement et indépendamment des opérations effectuées par les autres mécanismes cognitifs dans les autres structures cérébrales.

Chaque mécanisme cognitif, et donc chaque structure cérébrale, déclenche ses opérations automatiquement et les mène à leur terme sans tenir compte du fonctionnement des autres mécanismes/structures. Les mécanismes/structures travaillent donc en parallèle, n'ayant pas besoin de connaître le résultat des opérations effectuées par leurs semblables pour effectuer les leurs. Les opérations « extérieures » n'influent pas non plus sur les opérations internes en cours ; elles ne peuvent ni les interrompre ni les orienter. L'indépendance des mécanismes/structures permet ainsi un fonctionnement autonome, « encapsulé ». Une conséquence de ce mode de fonctionnement est que la lésion ou la détérioration d'une structure cérébrale se traduit par la perte ou l'altération du mécanisme qu'elle abrite, et de lui seul. Des altérations spécifiques du traitement de l'information faciale (pouvant porter sur le visage ou plus spécifiquement sur l'une des informations qu'il fournit) sont dès lors observables concomitamment

avec une préservation de la reconnaissance des autres catégories visuelles et des autres informations faciales. Ce fonctionnement autonome permet aussi des réponses indépendantes lors du fonctionnement normal : ne prenant pas en compte les opérations des autres mécanismes (et ne traitant que les caractéristiques visuelles qui lui sont pertinentes), chaque mécanisme va extraire l'information sans perturbation possible liée aux variations des autres informations.

4. La mise en place des mécanismes cognitifs et la spécification des structures cérébrales associées sont prédéterminées.

Dès la naissance, le bébé « dispose » de mécanismes qui lui permettent de traiter l'information faciale, la spécification cérébrale des structures qui les abritent étant déjà établie. Ces mécanismes et structures sont donc « innés », dans le sens où leur développement est dépendant de la maturation de structures cérébrales qui les abritent, et est imperméable aux influences environnementales. Ces mécanismes ne sont pas forcément tous opérationnels et pleinement fonctionnels dès la naissance puisque les structures cérébrales chargées de les accueillir mûrissent lentement pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Cependant, dès la naissance, un mécanisme transitoire (également prédéterminé) permet un premier traitement grossier du visage. Par la suite, ce mécanisme cède sa place aux mécanismes définitifs installés dans leurs structures cérébrales d'accueil lorsque ces dernières atteignent un niveau de maturation suffisant. L'efficacité et la fonctionnalité de ces mécanismes sont d'abord faibles étant donné le niveau initial de maturation des structures d'accueil. Elles augmentent cependant pour progressivement devenir optimales lorsque les structures cérébrales ont achevé leur maturation. Le déroulement temporel de cette maturation n'étant pas forcément identique pour l'ensemble des structures cérébrales, le développement de l'efficacité des mécanismes sera différent pour le visage et les autres catégories visuelles, ou pour les différentes informations faciales.

Chacun de ces postulats a été validé par de nombreuses observations faites avec des approches diverses (approche cognitive, imagerie cérébrale, approche développementale, approche neuropsychologique). Pour en esquisser un premier tableau succinct, concernant l'*existence de mécanismes spécifiques*, la reconnaissance du visage est beaucoup plus perturbée par le renversement du stimulus (vu « la tête en bas ») que les autres catégories visuelles (Yin, 1969) ; l'orientation permet donc de dissocier les visages des autres catégories. Des dissociations ont également été rapportées entre les différentes informations faciales. Par exemple, la familiarité du visage favorise le traitement de son identité, mais pas celui de son expression émotionnelle ou de son sexe (voir Young, McWeeny, Hay

et Ellis, 1986). La reconnaissance des différentes informations faciales s'appuie aussi sur des caractéristiques faciales distinctes (Roberts et Bruce, 1988). Concernant *l'inscription cérébrale des mécanismes spécifiques aux visages*, l'activité d'une région du cortex temporal inférieur est plus forte lorsqu'on présente un visage plutôt que tout autre stimulus et, chez le singe, certaines cellules neuronales de cette même région temporelle répondent plus fortement aux visages (voir Gross, Rocha-Miranda et Bender, 1972; Kanwisher, McDermott et Chun, 1997). La lésion de cette région provoque d'ailleurs une agnosie¹ pour les visages (c'est-à-dire une prosopagnosie, Bodamer, 1947). Différentes régions cérébrales sont aussi activées par les différentes informations faciales, comme l'identité et l'expression émotionnelle et des cellules neuronales distinctes sont sensibles à l'identité ou à l'expression chez le singe (Hasselmo, Rolls et Baylis, 1989; Sergent, MacDonald et Zuck, 1994). Enfin, l'activité de la région temporelle répondant aux visages est sensible à des facteurs qui influencent le traitement du visage, comme son orientation (Kanwisher, Tong et Nakayama, 1998). Concernant *l'indépendance des mécanismes et des structures*, les lésions du cortex temporal qui provoquent une prosopagnosie sont spécifiques à la catégorie des visages et n'entraînent aucune agnosie pour les autres catégories (voir Whiteley et Warrington, 1977). Elles ne touchent aussi qu'un seul mécanisme, celui de reconnaissance du visage, la reconnaissance d'informations faciales comme l'expression émotionnelle étant préservée (Bruyer *et al.*, 1983). Finalement, concernant la *prédétermination des mécanismes et des structures cérébrales*, un nouveau-né âgé de quelques heures reconnaît visuellement sa mère (Field, Cohen, Garcia et Greenberg, 1984). Il préfère regarder des stimuli qui ressemblent à un visage (Morton et Johnston, 1991). À partir de deux mois, le nourrisson auquel on montre un visage, présente des activations cérébrales similaires à celles d'un l'adulte (Tzourio-Mazoyer *et al.*, 2002).

Comme nous le verrons, l'ensemble de ces observations a conduit de nombreux auteurs à conclure à l'existence d'un système spécialisé pour le visage. Par exemple, Bentin et Golland (2002) écrivent «La formation d'une image du visage [...] est un très bon candidat pour se comporter, au moins en partie, de manière modulaire : elle est largement spécifique au domaine... elle présente probablement des composants innés... et elle capture peut-être l'attention automatiquement» (p. 2). Toutefois, dans cette citation, on notera une relative prudence dont nous allons approfondir les raisons dans les chapitres à venir.

1. Incapacité de reconnaître les stimuli en l'absence de déficits sensoriels. L'agnosie résulte de l'atteinte des régions cérébrales impliquées dans la reconnaissance des stimuli.

Cette prudence n'a pas toujours été observée. Pourtant, dès 1975, considérant la précocité de la reconnaissance des visages, l'observation clinique de cas de prosopagnosie et l'effet d'inversion, H. D. Ellis conclut déjà qu'« il ne semble pas qu'il y ait d'évidence décisive que les visages soient traités par un système de reconnaissance spécial et spécifique » (p. 424). Quarante ans plus tard, la question reste toujours en suspens, et fait encore l'objet de nombreux débats.

Avec le recul du temps, la perspective modulaire du traitement de l'information faciale est une question qui a été abordée de manière pluridisciplinaire. La question de l'observation de capacités particulières de reconnaissance du visage en psychologie cognitive, celle d'un déficit spécifique au visage en neuropsychologie, ou encore celle de l'observation d'une reconnaissance de la mère ou d'une préférence pour des stimuli faciaux dans les heures suivant la naissance en psychologie du développement ont amené à s'interroger sur l'existence de mécanismes particuliers pour le visage. Tous les chercheurs se sont intéressés à la même question : pourquoi est-on expert en visage ? Pourquoi n'est-on plus expert en visage ? Comment devient-on expert en visage ?

Ce livre est organisé autour de ces questions. Il présente les apports de chacune des approches du domaine et les discute. Partant des observations comportementales faites sur l'adulte sain (en d'autres termes, l'expert), les deux premiers chapitres traitent des différents phénomènes observés, des paradigmes développés pour les étudier, ainsi que des hypothèses, cadres théoriques et modèles qui les ont inspirés ou s'en sont inspirés. Plus précisément, ces chapitres abordent la question du rôle des informations configurales dans l'expertise (chapitre 1) et celle de l'hypothèse d'indépendance (chapitre 2). Le troisième chapitre est consacré aux bases cérébrales. Le lien sera fait entre le fonctionnement cérébral et les phénomènes comportementaux en considérant les différentes techniques d'étude du fonctionnement cérébral chez le sujet sain, mais aussi chez l'animal. Dans le quatrième chapitre, la perspective développementale sera exposée en considérant le début de vie et l'évolution au cours de l'enfance. Les aspects comportementaux et cérébraux de l'acquisition de l'expertise seront alors discutés. Le cinquième et dernier chapitre traite des aspects neuropsychologiques et nous aborderons l'étude de populations qui ont perdu l'expertise suite à des dysfonctionnements cérébraux. La discussion générale sera l'occasion de faire une synthèse des apports de ces différentes approches.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
CHAPITRE 1. L'ADULTE, UN EXPERT EN VISAGES	13
I. Un traitement configural des visages	14
1. Une sensibilité particulière à l'orientation du visage	15
2. Une sensibilité particulière aux informations relationnelles de second ordre	16
3. Prépondérance du traitement holistique	18
4. Percevoir un visage sans traits	23
II. Architecture des mécanismes de traitement des visages	24
1. Les différentes informations du visage	24
2. Décours temporel : l'approche fréquentielle	27
3. L'exploration visuelle	30
4. Coût cognitif et attentionnel	32
III. Le traitement configural est-il la marque spécifique du traitement des visages ?	34
Conclusions	37
CHAPITRE 2. L'HYPOTHÈSE D'INDÉPENDANCE	43
I. Des entrées partiellement communes	43
1. Recouvrement des caractéristiques critiques	44
2. Décours temporel de l'intégration selon l'information faciale	46
II. Reconnaissance du visage et de l'émotion	50
1. Influence de l'expression sur la reconnaissance du visage	50
2. Familiarité et reconnaissance de l'expression faciale émotionnelle	53
3. Coût cognitif de la réponse indépendante à l'identité et l'expression ...	55

III. Reconnaissance du visage et catégorisation du genre	57
1. <i>Les catégories de genre et la reconnaissance du visage</i>	57
1.1. Un modèle de la reconnaissance des visages: Valentine (1991) ...	57
1.2. Des prototypes différents selon le genre	59
2. <i>Indépendance de la reconnaissance du visage</i> <i>et de la catégorisation du genre</i>	67
Conclusions sur l'indépendance des mécanismes	71
CHAPITRE 3. LES BASES CÉRÉBRALES DE L'EXPERTISE EN VISAGES	75
I. Localisation cérébrale	75
1. <i>Les régions de traitement de l'information faciale</i>	76
2. <i>Spécificité au visage: FFA ou l'aire du visage</i>	77
3. <i>Traitement des informations configurales</i>	79
4. <i>Indépendance? Vers un réseau cérébral de traitement</i> <i>de l'information faciale</i>	82
II. Dynamique du traitement cérébral	85
1. <i>N170/VPP/M170, indexation d'un module spécifique?</i>	86
2. <i>Potentiels évoqués cérébraux et traitement configural</i>	87
3. <i>Potentiels évoqués par les différentes informations faciales</i>	89
III. Enregistrement intracrânien: les cellules faciales	91
1. <i>Sélectivité des cellules faciales du singe</i>	92
2. <i>Codage holistique vs componentiel des cellules faciales</i>	94
3. <i>Codage de l'identité et de l'expression faciale</i>	96
4. <i>Décours temporel du codage de l'information</i>	98
5. <i>Chez l'homme</i>	99
Conclusions sur les bases cérébrales	102
CHAPITRE 4. L'ENFANT FACE AU VISAGE: ORIGINE ET DÉVELOPPEMENT DE L'EXPERTISE	105
I. Le nouveau-né et la première année	106
1. <i>Un attrait particulier pour les visages dès la naissance</i>	106
1.1. L'hypothèse sociale: un mécanisme inné de détection du visage	107
1.2. L'hypothèse sensorielle	108
1.3. La préférence est-elle déterminée par la structure faciale?	109
2. <i>La spécialisation rapide des capacités précoces de reconnaissance</i>	111
3. <i>Traitement de l'information configurale et relationnelle</i>	115

4. <i>Et les autres informations</i>	116
5. <i>Bilan sur le début de la vie: réinsérer le visage dans son contexte multimodal</i>	119
II. Acquisitions au cours de l'enfance : l'enfant n'est pas un expert	122
III. Développement cérébral et acquisition de l'expertise	126
Conclusions sur les aspects développementaux	132
CHAPITRE 5. PERTE DE L'EXPERTISE SUITE À UNE ATTEINTE CÉRÉBRALE	135
I. Approche structurelle : la prosopagnosie	136
1. <i>La prosopagnosie : preuve d'un module spécifique ?</i>	137
2. <i>Prosopagnosie et traitement configural</i>	139
3. <i>Les doubles dissociations en question</i>	141
4. <i>Vers une approche fonctionnelle</i>	144
II. Approche fonctionnelle : la schizophrénie	144
1. <i>Troubles du traitement de l'information faciale chez les schizophrènes</i>	145
2. <i>Exploration oculaire et traitement configural</i>	145
3. <i>Attention et réponse sélective</i>	147
4. <i>Bases cérébrales des troubles schizophréniques</i>	149
III. Développement pathologique	151
1. <i>La prosopagnosie développementale</i>	151
1.1. Traitement configural et base cérébrale de la prosopagnosie développementale	153
1.2. Une origine génétique à la prosopagnosie développementale ? ...	154
2. <i>Le syndrome de Williams et Beuren</i>	155
2.1. Des capacités préservées pour le visage ?	155
2.2. Les anomalies cérébrales du syndrome de Williams et Beuren ...	157
3. <i>La cataracte congénitale</i>	160
Conclusions sur les études neuropsychologiques	162
 DISCUSSION GÉNÉRALE. VERS UNE APPROCHE INTÉGRÉE DU TRAITEMENT DES VISAGES	 165
 BIBLIOGRAPHIE	 173
 INDEX THÉMATIQUE	 215