

DISCUSSION GENERALE :

LA THESE HOLISTIQUE

CHAPITRE I

Introduction

DISCUSSION GENERALE

I. Introduction

Sir Francis Galton (1883) suggérait déjà au 19^{ème} siècle qu'un visage est perçu comme un tout, en un coup d'œil, plutôt que comme une collection de traits indépendants. Depuis lors, de nombreuses études ont illustré ce phénomène en situation réelle ou en laboratoire, auprès d'adultes et d'enfants (voir par exemple, Carey & Diamond, 1994 ; Davidoff & Donnelly, 1990 ; Endo, Masame, & Maruyama, 1989 ; Farah, Wilson, Drain, & Tanaka, 1998 ; Hole, 1994 ; Hole, George, & Dunsmore, 1999 ; Homa, Haver, & Schwartz, 1976 ; Le Grand et al., 2004 ; Sergent, 1984 ; Tanaka & Farah, 1993 ; Tanaka & Sengco, 1997 ; Young et al., 1987). Elles se rejoignent toutes sur l'observation que, quand un visage est présenté à l'endroit, le traitement de l'un de ses traits constitutifs (ex : le nez, les yeux ou la bouche) est affecté par le changement de l'identité ou de la position de l'un ou de plusieurs autres traits (Farah et al., 1998 ; Homa et al., 1976 ; Mermelstein, Banks, & Prinzmetal, 1979 ; Sergent, 1984 ; Suzuki & Cavanagh, 1995 ; Tanaka & Farah, 1993 ; Tanaka & Sengco, 1997 ; Young et al., 1987). Comme nous l'avons vu dans la partie théorique de ce travail, la sensibilité des observateurs à la forte interdépendance qui existe entre les traits d'un visage a été attribuée à leur aptitude à les traiter de manière holistique – à intégrer les multiples traits d'un visage en une représentation perceptive unique.

C'est sur cette base que nous allons développer un chapitre plus personnel dont l'objectif est de prendre position sur la manière dont émergent et se développent les capacités de reconnaissance des visages au cours du temps. Pour ce faire, nous allons articuler nos propres résultats (voir Partie empirique) et ceux d'autres auteurs (voir Partie théorique) autour d'un axe principal, celui du traitement holistique des visages. Plus précisément (voir Figure 25), nous allons suggérer, au travers de réflexions présentées tout en respectant la chronologie des étapes de la croissance des individus, que la fonction de reconnaissance des visages se met en place de manière graduelle et dynamique, à l'intersection d'un processus qui lui est spécifique mais aussi de processus plus généraux. Selon nous, chacun de ces processus évolue selon une trajectoire temporelle singulière, constamment soumise à des facteurs tant endogènes (~ maturation) qu'exogènes (~ environnement). Dans les pages qui viennent, nous soutiendrons donc que l'amélioration des capacités de reconnaissance de visages s'explique par la mise en place progressive d'habiletés holistiques de traitement (~ facteur spécifique) déjà présentes de manière grossière à la naissance et qui s'affinent progressivement avec le temps, aux côtés de capacités cognitives générales telles que la mémoire ou l'attention qui

DISCUSSION GENERALE

I. Introduction

subissent encore des changements importants jusqu'à la puberté (~ facteurs généraux). Cette vision des choses n'exclut bien sûr pas la présence d'autres types de traitement applicables aux visages, comme le traitement local. En ce qui concerne les facteurs endogènes et exogènes, nous pouvons d'ores et déjà préciser que leur influence sur les processus décrits ci-dessus est fort probablement plus importante dans la/les première(s) année(s) de vie que plus tard (voir Chapitre II ; Etude N°3).

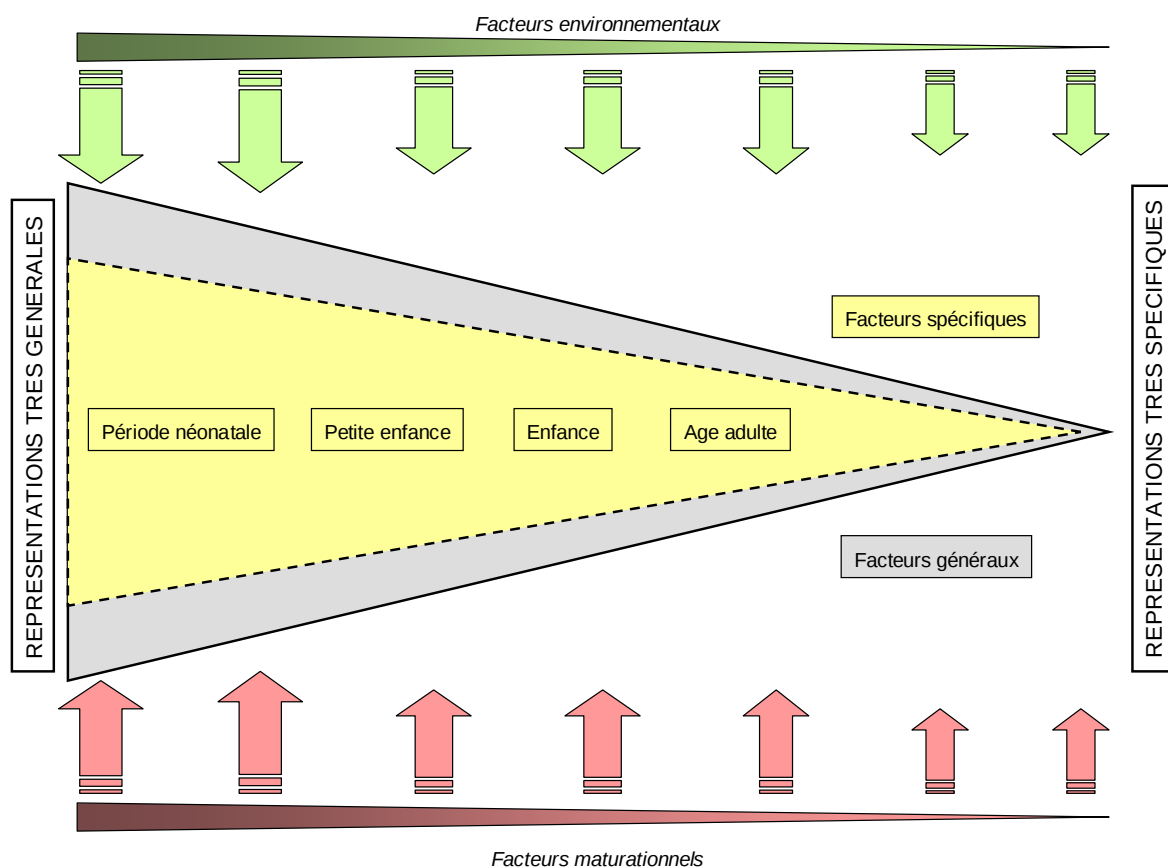


Figure 25 : Proposition personnelle de la manière dont se met en place la fonction de reconnaissance des visages au fil du temps, soit à l'intersection de processus spécifiques et généraux qui se développent selon des trajectoires temporelles singulières, en constante interaction avec des facteurs maturationnels et environnementaux.

CHAPITRE II

Les capacités de traitement holistique des nouveau-nés

II. Les capacités de traitement holistique des nouveau-nés

1. Les données de la période néonatale revisitées

La partie théorique de ce travail nous a permis d'aborder les incroyables capacités dont témoignent les nouveau-nés à la naissance : ils préfèrent regarder une structure qui ressemble à un visage plutôt qu'une structure qui n'y ressemble pas (Goren et al., 1975 ; Morton & Johnson, 1991 ; Valenza et al., 1995). Quand ils sont confrontés à des visages réels et familiers, les nouveau-nés se basent davantage sur les traits externes (cheveux, contour du visage) que sur les traits internes (yeux, nez, bouche) (Bushnell, 2001 ; Pascalis et al., 1995), même s'ils sont capables d'utiliser cette dernière source d'information sur des visages non familiers quand seule celle-ci est disponible (Turati et al., 2006). Les traits internes, ou l'organisation spatiale des contrastes qu'ils induisent sur un visage, s'avèrent en outre suffisants pour que les nouveau-nés marquent une préférence pour les visages attractifs (Slater et al., 2000a). Toujours à propos des traits internes, Gava et collaborateurs (2008) ont démontré qu'à la naissance les yeux ont bien plus d'importance que la bouche puisque leur occlusion entrave totalement la capacité des nouveau-nés à détecter les visages et partiellement leurs capacités à les reconnaître au niveau individuel (voir Figure 26). De manière assez intrigante, il apparaît à l'inverse que plusieurs patients prosopagnosiques, dont PS, présentent un manque de sensibilité pour la région des yeux dans les tâches de reconnaissance de visages familiers (Caldara, Schyns, Mayer, Smith, Gosselin, & Rossion, 2005 ; Orban de Xivry et al., 2008) et non familiers (Rossion, Kaiser, Bub, & Tanaka, sous presse). Ce résultat confirme l'importance du traitement et de la reconnaissance très précoce de cette région du visage puisque la perte de cette habileté est associée à d'importants troubles de reconnaissance. Pour Rossion et collaborateurs (sous presse), traiter la région des yeux de manière efficace suppose la présence de capacités efficaces de traitement holistique des visages. En effet, cette région est composée de multiples traits (2 pupilles, 2 iris, des sourcils) qu'il faut appréhender dans leur globalité mais aussi intégrer au reste du visage. Ensemble, ces données pourraient refléter le fait que les nouveau-nés présentent une forme de traitement holistique puisqu'ils marquent un effet d'attractivité basé sur les traits internes du visage et qu'ils témoignent d'une sensibilité particulière à la région des yeux quand ils doivent reconnaître un visage non familier. Il serait néanmoins intéressant de confirmer cette supposition en reproduisant l'étude de Gava et collaborateurs (2008), tout en contrôlant la visibilité et la complexité des stimuli présentés aux nouveau-nés pendant la phase de test (voir

DISCUSSION GENERALE

II. Les capacités de traitement holistique des nouveau-nés

Figure 26). En effet, les stimuli dont les yeux sont absents sont à la fois globalement moins contrastés et moins fournis que les stimuli où les yeux sont présents.

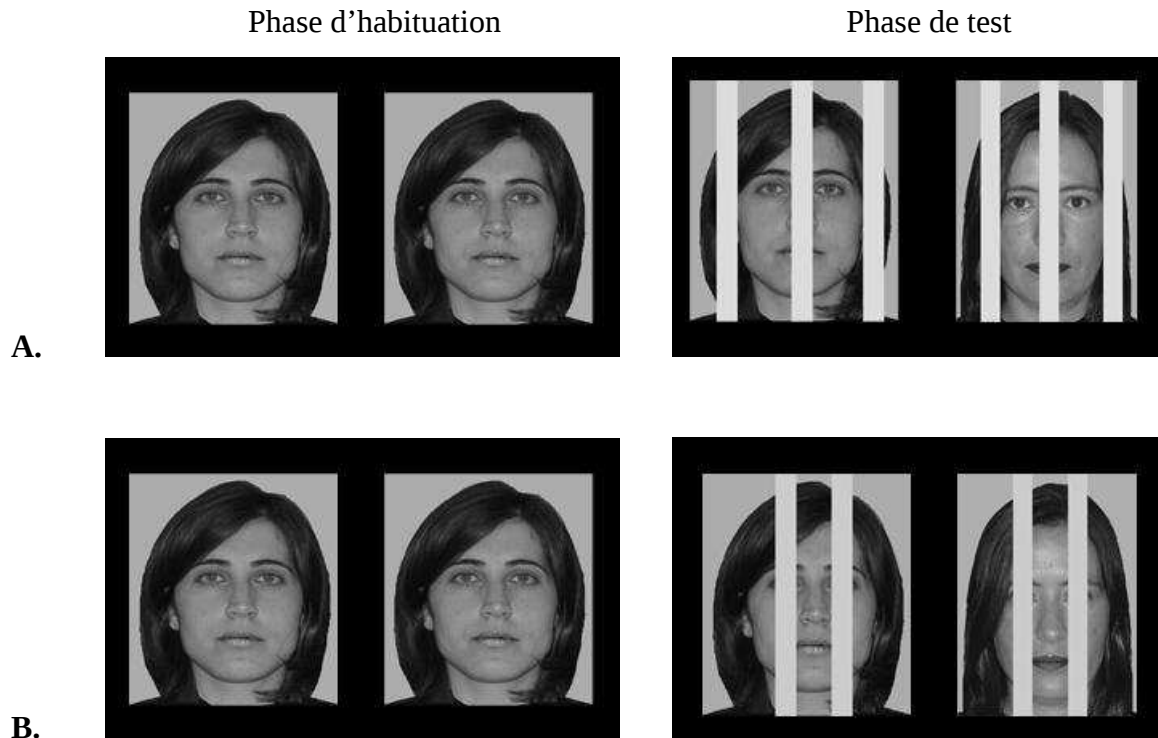


Figure 26 : Extraite de Gava, Valenza, Turati et de Schonen (2008). Quand les nouveau-nés sont habitués à des visages entiers, ils marquent une préférence pour la nouveauté lorsque les yeux sont présents (A) et une préférence pour le stimulus familier lorsqu'ils sont absents (B).

2. L'apport des études en psychophysique

Dans un article pionnier, Sergent (1986) avançait l'idée que le système visuel n'extrait pas de manière instantanée l'entièreté du spectre lumineux mais qu'il l'intègre plutôt progressivement en fonction de ses différentes propriétés. Les basses fréquences spatiales (LSF) majoritairement véhiculées par la voie magnocellulaire seraient, par exemple, intégrées avant les hautes fréquences spatiales (HSF) principalement véhiculées par la voie parvocellulaire. Si l'on en croit la proposition de Morisson et Schyns (2001), suivie par bien d'autres encore (ex : Boutet, Collin, & Faubert, 2003 ; Collishaw & Hole, 2002 ; Goffaux Hault, Michel, Vuong, & Rossion, 2005 ; Goffaux & Rossion, 2006), qui veut que les LSF et les HSF assurent respectivement la transmission des informations visuelles grossières et plus

DISCUSSION GENERALE

II. Les capacités de traitement holistique des nouveau-nés

finer des stimuli, les visages devraient être appréhendés dans leur globalité, de manière holistique, avant d'être traités de manière détaillée. Ce décalage temporel pourrait être à l'image de ce que l'on observe au niveau du développement ontogénétique de l'individu. Selon le scénario de Schonen et Mathivet (1989), le nouveau-né serait doté d'un mécanisme de détection des visages d'origine sous-corticale qui lui permettrait de traiter rapidement l'information visuelle de faible résolution spatiale (LSF) (voir aussi Johnson, 2005, Maurer & Lewis, 2001). Comme nous l'avons vu, ce mécanisme biaiserait continuellement l'input fourni aux aires corticales en développement qui, dans un premier temps stabiliseraient leurs connexions en faveur des basses plutôt que des hautes fréquences spatiales. Dans un second temps, ces aires corticales gagneraient en maturité, ce qui leur permettrait peu à peu de traiter également les HSF de manière efficace. Pour ces auteurs, les réseaux corticaux des régions associatives temporales deviendraient fonctionnels plus rapidement dans l'hémisphère droit (HD) que dans l'hémisphère gauche (HG) puisque l'HD recevrait les informations visuelles qui proviennent des voies magnocellulaires sensibles aux LSF, dont la maturation est plus précoce que celle des voies parvocellulaires sensibles aux HSF (voir aussi à ce sujet, Atkinson & Braddick, 1989 ; Banks & Dannemiller, 1987 ; Banks, Stephens, & Hartmann, 1985 ; de Schonen et al., 1989 ; de Schonen, Mathivet, & Deruelle, 1989 ; Geschwind & Galaburda, 1985 ; Slater, 1993 ; Turkewitz, 1989). Récemment, Maurer, Mondloch et Lewis (2007) ont soutenu cette hypothèse en proposant que les patients traités pour une cataracte congénitale opaque n'avaient pas développé de traitement holistique des visages (Le Grand et al., 2004) parce qu'ils n'avaient pas bénéficié de cette période autour de la naissance où les seuls inputs reçus des visages sont en basses fréquences spatiales.

La démonstration empirique que les capacités de reconnaissance des visages des nouveau-nés sont fortement dépendantes du contenu fréquentiel de l'image a été fournie dans l'Etude N°1. Nous y avons montré qu'ils sont capables d'extraire l'information fréquentielle contenue entre 0 et 1 cycle par degré (cpd) mais qu'ils utilisent exclusivement la gamme de fréquence qui s'étale de 0 à 0.5 cpd pour reconnaître les visages. Par rapport à ce qui précède, il semblerait que les nouveau-nés traitent davantage les informations visuelles grossières contenues dans un visage que les informations visuelles plus fines puisqu'ils ne marquent pas de préférence pour la nouveauté dans les conditions qui impliquent uniquement les HSF. Cette hypothèse est renforcée par l'observation que les nouveau-nés présentent, comme les

DISCUSSION GENERALE

II. Les capacités de traitement holistique des nouveau-nés

adultes, une dominance de l'information visuelle globale sur l'information visuelle locale quand des patterns hiérarchiques leur sont présentés dans la totalité du spectre fréquentiel ou en LSF (Macchi Cassia et al., 2002). En accord avec la Figure 25, les résultats de l'Etude N°1 ont été interprétés en faveur de l'idée que certaines contraintes perceptives précoces de bas niveau et de surcroît non spécifiques aux visages, combinées à certaines variations systématiques de l'environnement, affectent sérieusement le développement des capacités de reconnaissance des visages (voir aussi Elman et al., 1996). Même s'il est tentant de supposer sur base des études présentées que, puisqu'elle se base sur les LSF, la reconnaissance des visages à la naissance implique qu'ils soient traités de manière holistique, nous ne pouvons pas le certifier à l'heure actuelle. Nous espérons toutefois que le genre d'expérience proposé dans la partie empirique nous éclairera dans les années à venir.

CHAPITRE III

Les capacités de traitement holistique des nourrissons

DISCUSSION GENERALE

III. Les capacités de traitement holistique des nourrissons

Nous avons vu précédemment que si jusqu'à 6 semaines les nourrissons sont plus sensibles à l'occlusion des traits externes que des traits internes des visages familiers (Bartrip et al., 2001), ils sont également sensibles à la manière dont les traits interagissent à l'intérieur du visage. Pour le démontrer, Cohen et Cashon (2001) et Cashon et Cohen (2003) ont mis au point un paradigme dit de substitution qui, contrairement au paradigme d'habituation classique, requiert notamment de recourir à un visage de substitution composé des traits internes d'un visage familier et des traits externes d'un autre visage familier. En pratique, les nourrissons sont habitués à 2 visages familiers et ensuite confrontés à l'un d'eux ainsi qu'au visage de substitution. De ces études, il ressort que les nourrissons de 4 (Cashon & Cohen, 2003), 7 (Cohen & Cashon, 2001) et 10 mois (Cashon & Cohen, 2003) regardent plus longtemps le visage de substitution que le visage familier. Ces résultats ont été interprétés par les auteurs en faveur d'une sensibilité à la configuration des visages. Nous dirions, quant à nous, qu'ils sont capables de traiter les visages de manière holistique puisqu'ils marquent une sensibilité à l'interaction entre les traits (internes et externes) d'un visage. Schwarzer et Zauner (2003) ont précisé que les conclusions de ces 2 expériences ne sont valables que si des visages réels sont utilisés puisque des nourrissons de 8 mois, testés avec le même paradigme, ne marquent pas de préférence pour le visage de substitution quand il est schématique.

Trois ans plus tard, Schwarzer, Zauner et Jovanovic (2007) ont évalué les capacités des nourrissons à détecter des changements induits au niveau des yeux et/ou de la bouche (voir Figure 27). Il est apparu que les nourrissons de 10 mois perçoivent que la bouche ou les yeux ont été substitués, contrairement aux nourrissons de 6 mois qui ne détectent que les changements induits au niveau de la bouche. Les nourrissons de 4 mois ne détectent, eux, ni la manipulation d'un trait isolé, ni celle de 2 traits pris simultanément. Etant donné que, selon les auteurs, la capacité à détecter le changement d'un trait à l'intérieur du visage marque la présence de capacités holistiques de traitement, et ce même si les changements n'impliquent qu'un trait du visage, ils ont conclu de cette étude que la petite enfance est caractérisée par le passage d'un mode de traitement local à un mode de traitement global autour de 6 mois. Selon eux, les nourrissons de cet âge passent, en effet, par une période transitoire au cours de laquelle la bouche est traitée de manière holistique et les yeux de manière locale. Nous pousserions le raisonnement plus loin en le modifiant quelque peu. Selon nous, les nourrissons de 4, 6 et 10 mois traiteraient tous les visages de manière holistique mais à des

DISCUSSION GENERALE

III. Les capacités de traitement holistique des nourrissons

degrés différents en fonction de leur âge. Si les nourrissons de 10 mois utilisent le traitement holistique de manière efficace, puisque ils sont capables de détecter des manipulations induites tant sur la bouche que sur les yeux, les nourrissons de 6 mois l'utilisent également mais à un degré plus modéré, puisqu'ils détectent les substitutions induites sur la bouche mais pas sur les yeux qui impliquent plus de traits à intégrer (voir *supra*). A première vue, les nourrissons de 4 mois ne témoignent pas d'habiletés de traitement holistique des visages quand on les évalue à l'aide de visages dont un ou plusieurs traits ont été substitué et qui impliquent des changements très fins puisqu'ils ne détectent ni les changements produits au niveau de la bouche ou des yeux, ni les changements qui impliquent ces 2 traits. Or Cashon et Cohen (2001 ; 2003) ont montré que les nourrissons de 4 mois sont sensibles aux interactions des éléments dans un visage. En outre, les nouveaux-nés de l'étude de Gava et collaborateurs (2008) témoignent déjà d'une certaine sensibilité aux yeux quand il s'agit de reconnaître un visage. Ensuite, il a été proposé que les nourrissons de moins d'un mois sont capables de reconnaître des visages familiers (Saï & Bushnell, 1988) et non familiers (Pascalis et al., 1998 ; Turati et al., 2008) présentés sous différents angles de vue alors que cette habileté a été mise en rapport avec celle de traiter les visages de manière holistique (voir Geldart et al., 2002 ; Mondloch et al., 2003 ; Sergent & Villemure, 1989). Enfin, un effet d'inversion a été mis en évidence à 4 mois à condition que les nourrissons aient été habitués à un visage présenté sous différents angles de vue (Turati et al., 2004). A la lumière de ces découvertes, notre hypothèse serait que les nourrissons manifestent déjà des capacités grossières de traitement holistique qui ne se révèlent qu'à condition que suffisamment d'éléments contrastés puissent être intégrés. Ainsi la présence de certains traits externes comme la ligne de démarcation front/cheveux couplés à certains traits internes comme les yeux garantirait que deux visages puissent être différenciés dans la petite enfance. Si cette hypothèse est correcte, les résultats de Schwarzer et collaborateurs (2007) pourraient être expliqués par le fait que leurs visages sont pratiquement dépourvus de chevelure (voir Figure 27).

DISCUSSION GENERALE

III. Les capacités de traitement holistique des nourrissons



Figure 27 : Visages extraits de l'étude de Schwarzer, Zauner et Jovanovic (2007). A. Visage habitué. B. De gauche à droite : Visages manipulés au niveau des yeux, de la bouche, des yeux et de la bouche.

Plus largement, l'ensemble des études présentées dans la partie théorique mène au constat que les nourrissons sont capables de traiter les visages sur base des distances relatives que contiennent les visages manipulés à cet égard à 5 mois (Hayden et al., 2007). L'étude de Turati et collaborateurs (2004) illustre, elle, que les nourrissons de 4 mois sont sensibles à l'inversion des visages. Comme nous l'avons déjà vu plus haut, ces deux phénomènes peuvent être attribués à la présence d'un processus de traitement holistique/configural efficace dans la petite enfance (Rossion, 2008). Ce processus semble, en outre, se renforcer avec le temps, quand on considère des évidences indirectes comme la sensibilité des nourrissons au point de vue du visage (Pascalis et al., 1998 ; Turati et al., 2008), leur sensibilité aux traits internes et externes (Bartrip et al., 2001 ; Bushnell, 1982 ; 2001 ; Rose et al., 2008) ou à la région des yeux et de la bouche (Schwarzer et al., 2007). Son évolution n'est pas forcément linéaire, comme le suggèrent Cashion et Cohen (2003). De la même manière que pour les nouveau-nés (voir Figure 25), nous pensons que la dimension holistique/configurale influencée par d'autres dimensions plus ou moins spécifiques aux visages (traitement local, traitement de la texture, traitement de la couleur...) est modulée à la fois par les changements anatomiques que subit le cerveau dans les premier(e)s mois/années de la vie et par les visages présents dans l'environnement visuel du nourrisson.

CHAPITRE IV

Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

1. Renforcement du mécanisme de traitement holistique des visages

Différents paradigmes expérimentaux sont généralement utilisés pour témoigner des capacités de traitement holistique des individus quand il s'agit de reconnaître un visage. Dans cette section, nous nous référerons plus volontiers à la notion de traitement holistique car les études rapportées ici prêtent moins à confusion. A l'origine, ces paradigmes ont été développés pour cerner les aptitudes holistiques/configurales à l'âge adulte mais ont aussi été appliqués aux enfants à partir de 2 ans. Il s'agit, en particulier, de l'effet d'inversion des visages (« Face Inversion Effect »), de l'avantage du tout sur les parties (« Whole-Part Advantage ») et de l'effet de composite (« Composite Face Effect ») qui illustrent, à des degrés croissants, l'influence du contexte du visage sur le traitement de ses parties constitutives.

A. L'effet d'inversion

La première étude à avoir témoigné d'un effet d'inversion des visages chez les adultes est celle de Yin (1969) (mais voir aussi Hochberg & Galper, 1967). Les sujets y étaient confrontés à des stimuli mono-orientés, comme des visages et des maisons, à l'endroit et à l'envers. Il est clairement ressorti des résultats que l'effet d'inversion des visages était plus fort que l'effet d'inversion des autres objets. Selon l'auteur, ce résultat proviendrait de la difficulté des participants à se former une impression globale des visages à l'envers. L'effet d'inversion des visages est extrêmement robuste et a été observé chez l'adulte dans de nombreuses situations expérimentales : lors du traitement de visages familiers et de visages non familiers, dans des tâches de mise en correspondance (« matching tasks ») ou de reconnaissance (« old/new tasks ») de visages, avec ou sans délai entre les stimuli à apparier, quand les visages à l'endroit et à l'envers sont présentés en bloc ou de manière randomisée (Barton et al., 2001 ; Barton et al., 2003 ; Freire, Lee et Symons, 2000 ; Goffaux & Rossion, 2007 ; Goffaux, Rossion, Sorger, Schiltz, & Goebel, sous presse ; Jacques, d'Arripe, & Rossion, 2007 ; Leder & Carbon, 2006 ; Le Grand et al., 2001 ; Mondloch et al., 2002 ; Rhodes, Hayward, & Winkler, 2007 ; Riesenhuber, Jarudi, Gilad, & Sinha, 2004 ; Rossion & Gauthier, 2002 ; Yovel & Kanwisher, 2004). Pour Rossion (2008), l'effet d'inversion peut être utilisé comme un argument à l'appui de l'idée que les visages sont traités de manière

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

holistique. Comme le suggérait Yin (1969), la présentation d'un visage à l'envers réduit, en effet, l'interdépendance qui existe entre ses traits et par conséquent le traitement holistique qui lui est appliqué, alors que les propriétés de bas niveau du stimulus sont préservées. De plus, l'auteur rappelle que cet effet apparaît très précocement, 160 millisecondes après l'apparition du stimulus (Jacques et al., 2007), et qu'il prend place à un niveau perceptif, au niveau de la FFA (Mazard, Schiltz, & Rossion, 2006) que l'on a associée au traitement holistique des visages (Schiltz & Rossion, 2006). Enfin, l'auteur utilise le fait que l'inversion touche davantage la perception des distances relatives que les traits eux-mêmes (voir par exemple, Barton et al., 2001 ; Cabeza & Kato, 2000 ; Collishaw & Hole, 2000 ; Freire et al., 2000 ; Goffaux et al., sous presse ; Goffaux & Rossion, 2007 ; Le Grand et al., 2001 ; Leder & Bruce, 2000 ; Leder, Candrian, Huber, & Bruce, 2001 ; Rhodes, Brake, & Atkinson, 1993 ; Rhodes et al., 2007) comme argument pour défendre l'idée qu'elle perturbe le traitement holistique des visages. En effet, on peut supposer que le traitement holistique est d'autant plus difficile à appliquer sur un visage à l'envers que le nombre d'interactions à considérer au sein du visage est important. Ainsi, la transformation des yeux au niveau de l'axe vertical d'un visage est plus difficile à percevoir à l'envers que la substitution d'une bouche car la première manipulation implique davantage de changements au niveau même du visage que la seconde et nécessite donc davantage de traitement holistique pour être perçue. Or c'est exactement ce traitement qui ne peut être appliqué sur les visages à l'envers.

Du point de vue développemental, les études qui se sont intéressées à l'éventuelle présence d'un effet d'inversion dans l'enfance en attestent l'existence à 3 ans (Sangrigoli & de Schonen, 2004) mais pas à 2 ans (Brace et al., 2001). Ces observations sont le résultat de mesures comportementales classiques prises sur des photographies de visages réels et non schématiques et n'excluent en rien la présence d'un effet d'inversion dans la petite enfance (Hayden et al., 2007 ; Turati et al., 2008). Comme nous l'avons vu dans la partie théorique, le décours développemental de l'effet d'inversion n'est pas clair. Nous avons récemment soumis des enfants de 6 à 16 ans à des visages à l'endroit et à l'envers grâce à l'élaboration d'une version digitalisée du test de Benton, Sivan, Hamsher, Varenzy et Spreen (1983). Il ressort des premiers résultats que les fonctions associées aux visages à l'endroit et à l'envers suivent des trajectoires développementales différentes, se stabilisant plus rapidement pour les visages à l'envers (11 ans) que pour les visages à l'endroit (13 ans). L'effet d'inversion des visages,

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

résultant de ces 2 fonctions, semble atteindre son maximum à l'âge de 12 ans. Par la singularité des courbes de développement associées aux visages à l'endroit et à l'envers, ces données appuient l'idée du développement progressif d'un outil spécifique à la reconnaissance des visages à l'endroit. Le traitement holistique des visages est un bon candidat puisque, comme nous l'avons vu, il est largement impliqué dans l'effet d'inversion.

B. L'avantage du tout sur les parties

Selon l'hypothèse holistique, les visages à l'endroit sont stockés en mémoire comme des touts dont les composantes sont moins explicitement représentées que la totalité du visage. Le paradigme de la supériorité du tout sur les parties en témoigne. Dans leur étude originale menée sur des adultes, Tanaka et Farah (1993) ont supposé que, si la reconnaissance d'un visage se construit sur base de ses composantes, celles-ci devraient être mieux reconnues présentées de manière isolée. A l'inverse, si elles sont intégrées dans des unités perceptives, elles devraient être mieux reconnues dans le contexte du visage. Pour tester ceci, les auteurs ont entraîné des participants adultes à reconnaître des visages à l'endroit différenciant les uns des autres par le nez, les yeux ou la bouche. Ils devaient ensuite retrouver le visage vu précédemment quand seul un trait était présenté ou quand l'ensemble du visage était disponible (voir Figure 28). Leurs résultats ont clairement indiqué que les parties de visages étaient plus difficiles à identifier quand elles étaient présentées seules que quand elles étaient intégrées à l'ensemble du visage. Aucun avantage du contexte n'a été démontré quand les visages étaient à l'envers. Rappelons au passage que Leder et Carbon (2005) ont proposé une variante de ce paradigme dans laquelle ils ont demandé à des sujets d'encoder des traits faciaux isolés (et non des visages entiers comme dans l'étude de Tanaka & Farah, 1993), pour ensuite les reconnaître dans le contexte du visage ou de manière isolée. Les sujets étaient plus performants dans la condition d'isolement, ce qui indique que la présence de l'ensemble du visage peut être désavantageuse pour la perception de ses parties constitutives. Tanaka et Sengco (1997) ont, de leur côté, complexifié le paradigme de base en insérant une condition supplémentaire dans laquelle les sujets devaient reconnaître un trait facial appris dans deux visages entiers modifiés au niveau de la distance interoculaire, l'un incluant le trait, l'autre pas. Les sujets étaient plus performants pour reconnaître le trait facial présenté dans sa configuration initiale que dans la nouvelle configuration, l'étude révélant par là que les traits

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

du visage ainsi que les relations qu'ils entretiennent interagissent au sein du visage. Ces paradigmes ont ensuite été utilisés dans un grand nombre d'études menées sur des adultes (ex : Donnelly & Davidoff, 1999 ; Farah et al., 1998 ; Goffaux & Rossion, 2006 ; Joseph & Tanaka, 2002 ; Leder & Carbon, 2005 ; Lewis & Glenister, 2003 ; Palermo & Rhodes, 2002 ; Tanaka & Sengco, 1997) et ont également été appliqués aux enfants (Pellicano & Rhodes, 2003 ; Pellicano et al., 2006 ; Tanaka et al., 1998).

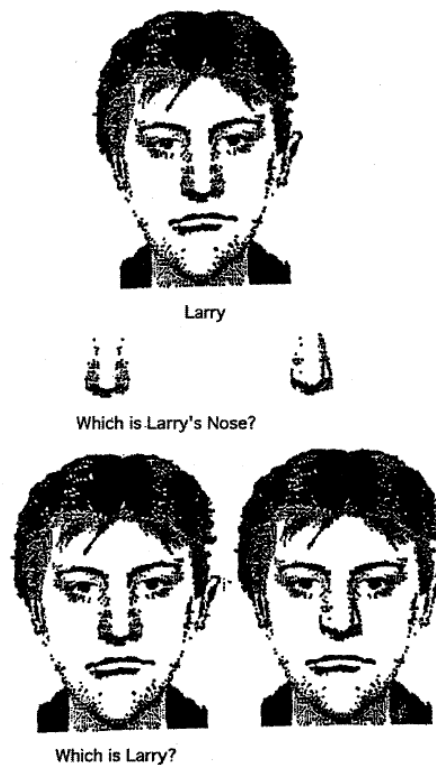


Figure 28 : Paradigme classique de la supériorité du tout sur les parties (Tanaka & Farah, 1993). Dans un premier temps, les participants sont entraînés à apprendre le visage de Larry. Ils sont ensuite testés sur la reconnaissance de traits (ex : le nez) isolés ou intégrés à l'ensemble du visage.

Tanaka et collaborateurs (1998) ont adapté le paradigme témoignant de l'avantage du tout sur les parties à des enfants de 6, 8 et 10 ans. Ils ont trouvé, sur base des taux de réponses correctes, que même les enfants de 6 ans faisaient preuve de traitement holistique puisqu'ils reconnaissaient mieux les traits faciaux intégrés dans le contexte du visage que présentés de manière isolée. Cette influence positive du contexte du visage ne s'amplifiait pas entre 6 et 10 ans. Afin de compléter cette étude, Pellicano et Rhodes (2003) ont testé des enfants de 4 et 5

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

ans. Elles se sont aperçues que, dès cet âge, ils présentaient un avantage du tout sur les parties, et donc des habiletés holistiques précoces. Tout comme dans l'étude de Tanaka et collaborateurs (1998), l'effet n'a été mesuré que sur base des pourcentages de réponses correctes. Il n'évoluait pas non plus de 4 à 5 ans. Ces observations ont été confirmées plus tard par Pellicano et collaborateurs (2007) avec des enfants du même âge, à l'aide du paradigme de Tanaka et Sengco (1997).

C. L'effet de composite

L'effet de composite des visages démontre probablement de la façon la plus convaincante que les visages sont traités de manière holistique. Dans l'expérience initiale, Young et collaborateurs (1987) ont créé des stimuli composites en assemblant la partie supérieure d'un visage familier à la partie inférieure d'un autre visage familier. Dans la moitié des cas, celles-ci étaient alignées l'une par rapport à l'autre, dans l'autre, elles étaient décalées l'une par rapport à l'autre. Quand on leur demandait d'identifier les parties supérieures des visages composites, les participants les dénommaient plus lentement dans la condition d'alignement que de décalage. Un léger ralentissement des temps de réaction était également observé quand il s'agissait de dénommer les parties inférieures des visages. Depuis lors, le paradigme a été étendu aux visages non familiers et est généralement mesuré tant au niveau de l'exactitude des réponses des sujets qu'au niveau de leurs temps de réaction (voir par exemple, Endo et al., 1989 ; Goffaux & Rossion, 2006 ; Hole, 1994 ; Hole et al., 1999 ; Le Grand et al., 2004 ; Michel et al., 2006 ; Rossion & Boremanse, 2008 ; Singer & Sheinberg, 2006). Ce paradigme a été adapté aux enfants (voir Etude N°2, de Heering, Houthuys & Rossion, 2007 ; Carey & Diamond, 1994 ; Mondloch et al., 2007) et à différentes techniques d'investigation (à la technique des mouvements oculaires, voir de Heering, Turati, Rossion, & Simion, 2008 ou à la IRMf, voir Schiltz & Rossion, 2006). L'ensemble de ces études se base sur le principe que les participants jugent, à tort, les parties supérieures présentées à l'endroit comme légèrement différentes quand elles sont alignées l'une par rapport à l'autre plutôt que décalées (voir Figure 29).

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

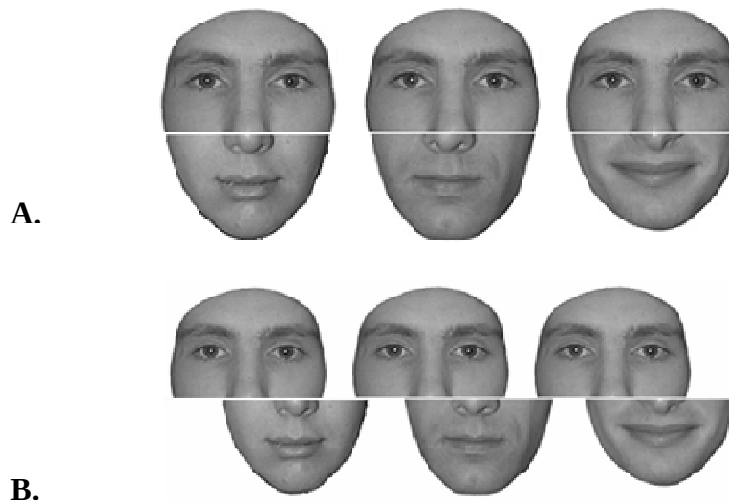


Figure 29 : Illusion de composite des visages quand les parties de visages sont alignées l'une à l'autre (A) ou décalées l'une par rapport à l'autre (B). Les parties supérieures des visages à l'endroit peuvent apparaître, à tort, comme légèrement différentes les unes des autres à cause de l'influence du bas sur la perception du haut du visage.

Nous avons récemment montré dans un article (de Heering, Rossion, Turati, & Simion, 2008) que l'illusion des visages composites se produit même quand les participants adultes ne prêtent pas attention aux parties inférieures des visages. L'illusion de composite n'est donc pas due à un biais d'attention ouverte et les participants ne regardent pas plus la partie basse des visages dans la condition d'alignement que dans la condition de décalage. Par ailleurs, nous avons constaté que leurs mouvements oculaires se situent au dessus du nez, entre les 2 yeux, tant dans les conditions d'alignement que de décalage. L'absence de différence entre ces 2 conditions indique que le traitement holistique des visages peut avoir lieu sans intervention de mouvements des yeux.

Dans la première étude composite menée avec des enfants en utilisant des visages qui leur étaient familiers, Carey et Diamond (1994) concluaient à la présence d'un effet de composite à partir de 6 ans qui n'évoluait pas jusqu'à l'âge de 10 ans. Mondloch et collaborateurs (2007) ont répliqué ce résultat avec des enfants de 6 ans confrontés, cette fois, à des visages non familiers. L'Etude N°2 nous a permis d'étendre ces observations aux enfants de 4 et 5 ans en adaptant le paradigme de base. Les visages leur étaient présentés de manière simultanée et sans limite de temps, de sorte qu'aucune composante mnésique n'était

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

impliquée dans la tâche. Leurs parties supérieures avaient aussi été colorées afin de rendre les plus jeunes enfants plus sensibles aux instructions (voir Figure 1, Etude N°2). Cette étude a également permis d'observer que les capacités de traitement holistique, quand elles sont évaluées avec des visages non familiers au travers de l'effet de composite, restent stables de 4 à 6 ans. Ses résultats impliquent enfin que les performances plus faibles des enfants en reconnaissance des visages doivent plutôt être comprises au travers de l'implication de facteurs généraux puisque les enfants de 4, 5 et 6 ans témoignent d'un effet de composite de la même envergure. A la lumière de ce qui a déjà été dit, nous pensons aujourd'hui que l'illusion de composite est un paradigme trop massif pour révéler les changements subtils qui peuvent avoir lieu au cours du développement. Si cette explication est valable, ces résultats ne contredisent pas forcément l'idée que le traitement holistique des visages continue à se développer pendant l'enfance.

D. L'espace de visages

Il découle des paragraphes précédents que les enfants de 3-4 ans sont tout à fait capables de traiter les visages de manière holistique, que ce traitement soit évalué au travers de l'effet d'inversion, de l'avantage du tout sur les parties ou de l'illusion de composite. Ceci n'exclut bien sûr en rien que le traitement holistique émerge déjà autour de la naissance ou au cours de la petite enfance (voir par exemple, Turati et al., 2004), même sous une forme atténuée. Mais en ce qui concerne l'idée d'un renforcement progressif des capacités holistiques de traitement avec l'âge (voir Figure 25), il faut admettre que les données issues de la littérature sont contradictoires. Les techniques d'électrophysiologie (ex : potentiels évoqués) ainsi que le test de Benton et collaborateurs (1983) dans sa version à l'endroit et à l'envers (voir *supra*) pourraient être suffisamment sensibles pour démontrer que le traitement holistique/configural des visages se renforce avec l'âge.

Si l'on fait référence à la notion d'espace de visages (« *face space* », Valentine, 1991), le traitement holistique impliquerait l'ensemble des dimensions qui constituent cet espace de représentation puisque son rôle est d'intégrer l'ensemble des informations visuelles que le visage contient. Ni le nombre, ni la nature de ces dimensions n'ont été spécifiés par Valentine (1991) mais on pense aujourd'hui qu'elles associent les éléments qui permettent de distinguer

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

les visages les uns des autres (couleur des cheveux, largeur du nez, distance inter-oculaire,...), qu'elles se mettent en place et s'actualisent en fonction des visages rencontrés, et enfin qu'elles se distribuent de façon normale autour d'une norme, d'un prototype. L'idée est la suivante : quand un visage est rencontré, il est traité de manière holistique, comparé au prototype construit en mémoire et placé à un endroit précis de l'espace de stockage des visages (Rhodes et al., 1987). Il n'y aurait reconnaissance que si l'ensemble des dimensions activées par un visage perçu l'est également et dans la même mesure dans l'espace de représentation pour un visage stocké en mémoire. Un tel espace permet de rendre compte des effets visuels auxquels nous avons fait allusion tout au long de ce travail comme l'effet d'espèce, l'effet de race ou encore l'effet d'inversion des visages. Dans le cas précis de l'effet de race, il semblerait que les dimensions de l'espace, acquises avec l'expérience, soient sélectionnées par rapport aux visages de sa propre race plutôt que par rapport à ceux des autres races. Elles deviendraient donc plus appropriées pour différencier les exemplaires de sa propre race, par ailleurs plus dispersés dans l'espace de représentation, que les visages des autres races encodés de façon plus dense, loin de la norme, comme des vecteurs allant dans la même direction. Le même genre d'explication peut rendre compte de l'effet d'espèce et de l'effet d'inversion des visages. Du point de vue développemental, le petit nombre d'auteurs qui ont examiné la possibilité qu'un espace de visages existe dans l'enfance (Chang, Levine, & Benson, 2002 ; Johnston & Ellis, 1995) et la petite enfance (de Haan, Humphreys, & Johnson, 2002) s'accordent à dire que cet espace, en perpétuelle évolution, serait restreint par rapport à celui de l'adulte. Les dimensions qu'il implique seraient également moins nombreuses. Les auteurs divergent quant à son organisation, centrée sur une norme (Chang et al., 2002) ou pas (Johnston & Ellis, 1995). L'étude de de Haan et collaborateurs (2001) va nettement dans le sens d'une norme qui émergerait aux alentours de 3 mois tout comme l'observation de capacités de catégorisation perceptive chez les nouveau-nés (voir par exemple Turati & Simion, 2002). Les années d'expérience avec les visages permettraient à cet espace de s'étendre progressivement et de s'affiner en fonction des visages présents dans l'environnement. En d'autres mots, le nombre de représentations faciales augmenterait petit à petit, à chaque visage rencontré. Ces représentations se spécifieraient également au cours du temps grâce à la stabilité relative de l'environnement visuel dans l'enfance (mais voir Etude N°3), ce qui converge avec les découvertes d'auteurs comme Pascalis et collaborateurs (2002), Quinn et collaborateurs (2002) et Sangrigoli et de Schonen (2004b). Pour rappel, les

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

premiers se sont intéressés à l'effet d'espèce et ont conclu qu'alors que les nourrissons de 6 mois sont capables de discriminer tant les visages de singes que d'humains, cette capacité disparaît à l'âge de 9 mois. Les seconds ont proposé, pour leur part, que les nourrissons de 3-4 mois discriminent mieux les visages dont le genre correspond à celui avec lequel ils ont eu davantage d'expérience, ceci suggérant que les représentations se sont déjà renforcées à cet âge par rapport à un genre de visages. Les derniers ont avancé que l'effet de race est déjà présent à 3 mois. Dans le domaine du langage, on observe également un rétrécissement de la fenêtre perceptive au cours du temps. Ainsi, Werker, Gilbert, Humphrey et Tees (1981) ont montré que les nourrissons de 6 mois sont capables de discriminer les contrastes de leur langue et des autres langues alors que cette capacité est absente chez des nourrissons de 10-12 mois (voir aussi Kuhl, 1994 ; 1998). Si l'on devait conceptualiser le développement de la reconnaissance des visages par rapport à un espace de visages, nous aurions tendance à penser qu'il augmente effectivement avec l'âge en fonction du nombre de visages rencontrés, le décuplant de manière proportionnelle. Même si elles n'ont jamais été clairement définies, nous dirions aussi que les dimensions présentes à l'âge adulte le sont dès les premiers moments de la vie mais que leurs poids varient en fonction de l'environnement interne et externe de l'individu. Ainsi, si l'on prend l'exemple de la dimension « distance inter-oculaire », pour autant qu'elle existe, elle n'est susceptible de prendre du poids dans l'espace de représentation d'un individu que si son acuité visuelle le permet et s'il s'agit d'une dimension importante pour différencier les visages qui sont présents dans son environnement visuel. Comme nous l'avons déjà suggéré, nous pensons enfin que l'origine de cet espace de stockage est suffisamment flexible pour permettre l'encodage holistique de nombreux visages, comme ceux de sa propre race et ceux d'une autre race (Michel et al., 2006b) ainsi que ceux d'adultes et d'enfants (voir Etude N°4). Il n'est pas pour autant certain que le fruit de la comparaison holistique entre le visage et le prototype soit représenté de façon optimale pour l'ensemble des visages rencontrés, comme nous l'indique la présence d'un effet de race (ORE) et d'effet d'âge (OAE) des visages.

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

2. Développement progressif des capacités cognitives

L'attention et la mémoire sont des fonctions nécessairement liées par leur nature et fortement impliquées dans tout processus d'apprentissage. Toutes deux se développent petit à petit depuis le plus jeune âge et traversent différentes étapes avant de parvenir à leur pleine maturité vers l'adolescence. Dans la Figure 25, nous avons énoncé l'idée que ces habiletés pourraient non seulement se consolider avec l'âge, mais également interagir de manière constante avec l'habileté à traiter les visages de manière holistique. Les capacités langagières et les critères de décision sont d'autres facteurs généraux qui ne s'acquièrent que progressivement et qui influencent très certainement les aptitudes des enfants à reconnaître les visages. La compréhension des consignes et la capacité de l'enfant à calculer le coût de ses fausses alarmes et de ses rejets corrects doivent être pris en compte lors de la construction du matériel et de la passation des épreuves. Ainsi, en ce qui concerne les consignes, nous avons remarqué qu'il est préférable, avec les plus jeunes, d'utiliser des mots simples et des phrases courtes en les accompagnant de dessins et de pictogrammes souvent plus évocateurs qu'un long texte. L'expérimentateur veillera aussi à les répéter plusieurs fois, à demander à l'enfant ce qu'il en a compris et à tester sa compréhension par le biais d'exemples. Bien qu'il existe évidemment beaucoup d'autres capacités cognitives que l'enfant n'acquiert que progressivement, nous avons choisi de nous centrer plus spécifiquement sur les capacités mnésiques et attentionnelles car elles sont les plus documentées et les plus révélatrices des changements qui ont lieu pendant le développement.

Parmi les compétences mnésiques, on distingue en général celles qui impliquent la mémoire de travail (MdT), définie comme un système mental dans lequel sont momentanément conservées et traitées les informations utilisées pour raisonner, comprendre et aussi apprendre (Baddeley, 1986 ; Baddeley & Hitch, 1974), de celles qui sont permises par la mémoire à long terme (MLT). La MdT peut encore être subdivisée en 3 sous-systèmes (Baddeley, 1986) : l'administrateur central, composante principale impliquée dans le traitement des informations et qui intervient très précocement autant dans la sélection attentionnelle des informations perceptives que dans le choix du système périphérique de stockage ; le calepin visuo-spatial qui permet le codage à court terme des aspects visuels et

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

spatiaux de l'information, et la boucle phonologique qui permet la rétention momentanée d'unités de parole vues ou entendues. Piaget fut l'un des premiers à décrire le développement de la mémoire chez l'enfant et de nombreux auteurs contemporains s'appuient toujours sur la notion de stades successifs apparaissant au fur et à mesure que l'organisme se développe. Cependant, la structuration des fonctions mnésiques au cours de l'enfance reste encore matière à controverse. Pour Piaget et Inhelder (1973), l'intelligence sensori-motrice du tout petit se caractérise par un développement des habiletés motrices et perceptives, qui précèdent l'apparition de la véritable fonction mnésique. Cette première forme d'intelligence est décrite comme une activité mentale dépourvue de langage et de représentations symboliques sans lesquelles les événements ne peuvent être rappelés, ce qui expliquerait la présence d'une amnésie infantile. La véritable mémoire n'apparaîtrait, selon les auteurs, qu'au début du stade préopératoire, après l'âge de 2 ans, parallèlement à la capacité du jeune enfant à pouvoir nommer un objet même en son absence. Dans leurs recherches plus récentes, Olson et Strauss (1984) ont pu démontrer que les capacités symboliques de l'enfant se mettraient en place plus précocement que ne le pensaient Piaget et Inhelder (1973), puisqu'il existerait déjà certaines formes de catégorisation à l'âge de 6 mois. Gathercole (1998) s'est interrogée sur la MdT des enfants. Elle a observé qu'un système phonologique était présent dès l'âge de 2-3 ans même si ce n'est pas avant 7 ans que l'enfant découvre la stratégie de répétition à travers la boucle articulatoire. De Agostini, Kremin, Curt et Dellatolas (1996) ont apporté la preuve de la mise en place progressive de la boucle articulatoire en montrant que les enfants de 4 et 6 ans étaient respectivement capables de répéter 2-3 et 4 chiffres. Les habiletés permises par le calepin visuo-spatial évoluent également avec l'âge puisque les enfants de 4 ans sont capables de pointer 3 à 4 cubes et 4 à 5 cubes à l'âge de 6 ans (de Agostini et al., 1996). Qu'il s'agisse de la boucle articulatoire, du calepin visuo-spatial ou de l'administrateur central, l'ensemble de ces composants évolue encore jusqu'à l'adolescence puisque les fonctions préfrontales se développent encore jusque-là (voir Chapitre II). Quant à la MLT, Gathercole (1998) observe qu'elle se renforce également avec l'âge, et pas forcément de manière linéaire.

Les processus attentionnels renvoient à l'alerte, à l'attention soutenue, à l'attention sélective ou à l'attention divisée. Leur mise en jeu nécessite l'implication des aires frontales (Cohen, Semple, Gross, Holcomb, Dowling, & Nordahl, 1988) en association avec le gyrus

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

cingulaire, notamment pour ce qui concerne le maintien de la vigilance et de la motivation. Tout comme les processus mnésiques, il faut donc généralement considérer que les processus attentionnels évoluent jusqu'à l'adolescence. Ce constat a été confirmé par de nombreuses observations faites, par exemple, à propos de l'attention sélective (Lussier & Flessas, 2005). De manière générale, on constate chez l'enfant d'âge scolaire (de 5 à 10 ans) une possibilité croissante de désengager l'attention d'une cible pour la reporter sur une autre, ce que ne peut faire l'enfant plus jeune. L'inhibition d'une réponse d'orientation, quand le sujet est avisé qu'il ne doit pas tenir compte des informations qui lui parviennent du champ visuel périphérique, est une habileté qui augmente aussi avec l'âge. On a également pu mesurer l'accroissement avec l'âge du contrôle volontaire de l'enfant sur l'étendue de la surface explorée visuellement d'un seul coup d'œil. On peut conclure de ces premières études que la sélectivité du processus d'orientation augmente tout au cours de la croissance de l'enfant, avec des changements majeurs entre 5 et 10 ans. En ce qui concerne la capacité à filtrer les stimuli, une autre propriété de l'attention sélective, un progrès sensible est rapporté entre 7 et 10 ans dans les tâches d'écoute dichotique. Les études révèlent à ce sujet que ce n'est que progressivement que l'enfant parvient à ne prêter attention qu'aux stimuli qui lui parviennent d'une seule oreille (Doyle, 1973 ; Sexton & Greffen, 1979). L'avantage de l'oreille droite existe, elle, dès 3 ans et n'augmente presque plus ensuite pour ce qui est du matériel linguistique (Duvelleroy-Hommet, Billard, Gillet, Barthez, Santini, & Autret, 1997). De la même façon, les enfants de 7-8 ans ont beaucoup plus de difficultés que les enfants de 10 ans dans la tâche de *Stroop* où il faut inhiber la réponse automatique de lecture pour dénommer la couleur de l'encre. Dans le registre des capacités de recherche, il semble que les jeunes enfants soient capables de détecter une cible à condition qu'elle ne diffère des distracteurs que par une seule caractéristique (la couleur, l'orientation ou la brillance, par exemple). Ce n'est que plus tard, à l'âge de 6 ou 7 ans (Cohen, 1981), que les enfants commencent à mettre en place des stratégies systématiques de recherche de la cible qui nécessitent l'engagement et le désengagement de l'attention visuelle. Pour finir, Plude, Enns et Brodeur (1994) ont constaté que, de manière générale, certaines composantes attentionnelles sont stables tout au long de la vie, notamment l'orientation automatique de l'attention vers un stimulus nouveau et la détection de stimuli très différenciés (« perceptual pop-out »). En revanche, la focalisation de l'attention pour différencier un stimulus des distracteurs qui lui ressemblent est une fonction dont l'efficacité croît grandement avec l'âge et diminue aussi sensiblement chez les personnes

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

âgées. Il en est de même pour la capacité d'attention visuo-spatiale. Dans l'ensemble, il apparaît donc clairement que l'attention, comme la plupart des processus cognitifs, évolue de façon complexe, certaines composantes se modifiant profondément avec l'âge, alors que d'autres demeurent remarquablement stables au cours de la vie.

L'impact de la mémoire et de l'attention sur les scores des enfants en reconnaissance de visages est notable. Mondloch et collaborateurs (2004) montrent, par exemple, que le fait de présenter des visages de manière simultanée et pendant une durée illimitée permet d'augmenter les scores d'enfants de 8 ans. De même, Brace et collaborateurs (2001) observent de très bonnes performances chez de tous jeunes enfants testés dans une tâche n'impliquant pas la mémoire. Les participants de 5 et 6 ans plafonnent en effet à 93% de réponses correctes alors que les enfants de 2 et 4 ans obtiennent déjà un score de 73%. Ces exemples indiquent que, même si la mémoire n'est pas le seul facteur qui permet de rendre compte de l'augmentation des performances en reconnaissance de visages avec l'âge, puisque même en la contrôlant les scores des enfants n'atteignent pas ceux des adultes, elle joue néanmoins un rôle important. Les difficultés des enfants à filtrer efficacement l'information non pertinente (Miller & Weiss, 1981) est aussi manifeste dans les tâches de reconnaissance des visages qui impliquent des accessoires (ex : lunettes, barbe, chapeau). Leur présence interfère en effet, dans une mesure plus ou moins grande selon l'âge de l'enfant, avec le traitement de l'identité du visage. Le fait que les enfants parviennent moins facilement à maintenir leur attention que les adultes est un autre facteur qui agit directement sur leurs performances dans les tâches qui évaluent leurs capacités à reconnaître les visages. C'est pourquoi, il est important de réduire au maximum la durée du test tout en maintenant un nombre d'essais suffisant pour garantir une certaine puissance statistique. Want et collaborateurs (2003) illustrent assez bien l'importance de considérer la manière dont ces différentes variables interagissent en évoquant qu'une tâche impliquant de mémoriser 15 visages présentés pendant 3 secondes et de les reconnaître parmi 5 distracteurs est beaucoup plus difficile à réaliser pour de jeunes enfants qu'une tâche ne comportant que 5 visages vus pendant 3 secondes, chacun étant associé à un seul distracteur.

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

Retenons de ces paragraphes que plusieurs facteurs non spécifiques aux visages, comme les capacités mnésiques et attentionnelles, s'accroissent et deviennent de plus en plus efficaces avec le temps (voir Figure 25). Il reste difficile à ce jour de se prononcer sur le caractère linéaire ou non de leur évolution, d'autant plus qu'ils sous-tendent des processus différents qui interagissent très certainement. Le plus important pour notre propos est de ne pas occulter le fait que les capacités mnésiques et attentionnelles, tout comme les capacités langagières et les critères de décision que nous avons brièvement mentionnés, interviennent dans les résultats aux tâches qui évaluent les capacités des enfants à reconnaître les visages.

3. Les perspectives maturationnelles et environnementales

En biologie, la plasticité est définie comme la possibilité dont dispose un organisme à s'adapter à un environnement donné. Comme nous l'avons dit, cet environnement est interne et externe à l'individu. Ce phénomène englobe donc tout autant l'adaptabilité du cerveau aux contraintes imposées par sa propre maturation qu'à celles que lui impose l'environnement extérieur.

Sans revenir sur l'ensemble des détails que nous avons évoqués dans la partie théorique à propos du phénomène de maturation cérébrale que nous sommes loin d'appréhender totalement le à l'heure actuelle, il semble que de nombreux mécanismes élémentaires se stabilisent dans les premiers mois de vie et que les systèmes plus intégrés, comme celui qui sous-tend la fonction de reconnaissance des visages, restent plastiques jusqu'à l'âge adulte. Nous avons également vu que la maturation cérébrale est rythmée par la présence de périodes sensibles de développement pendant lesquelles les réseaux de neurones sont particulièrement plastiques. Ces périodes ne sont pas les mêmes pour tous les réseaux de neurones et varient d'un individu à l'autre.

Comme nous l'avons constaté dans ce travail et au travers des Etudes N°3 et N°4, l'environnement visuel force, quant à lui, les structures cérébrales, et par extension les fonctions qu'elles soutiennent, à s'adapter (voir Figure 25). L'Etude N°3 résulte de notre intérêt pour la plasticité du système de reconnaissance des visages encore en développement.

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

Nous y avons rapporté les résultats d'enfants asiatiques adoptés, âgés de 6 à 14 ans, et ceux d'enfants caucasiens du même âge soumis à une tâche de reconnaissance de visages asiatiques et caucasiens. Tous se sont montrés capables de s'adapter à l'environnement de visages dont ils faisaient l'expérience au quotidien puisque même les enfants adoptés reconnaissaient mieux les visages caucasiens que les visages asiatiques. Le fait que nous n'ayons pas mis en évidence de renforcement de l'effet de race au cours du développement pourrait s'expliquer par le manque de sensibilité de notre paradigme. La présence d'un effet de race dans l'enfance renforce, quant à lui, l'idée d'une base holistique de traitement à cet âge de la vie étant donné qu'il a été montré que les adultes traitent les visages de leur propre race de manière plus holistique que les visages d'une autre race (Michel et al., 2006a ; 2006b ; Tanaka et al., 2004). L'Etude N°4 illustre, elle, que même à l'âge adulte les mécanismes perceptifs s'affinent progressivement pour traiter les caractéristiques morphologiques des visages qui sont présents dans l'environnement. Pour le démontrer, nous avons comparé les performances d'institutrices confrontées au quotidien à des visages d'enfants à celles de novices jamais exposées à cette catégorie de visages. Toutes ont été soumises à une tâche composite impliquant des visages d'enfants et d'adultes. Nous avons observé que les expertes comme les novices en reconnaissance de visages d'enfants présentaient un effet composite pour les 2 catégories de visages. Toutes étaient, en effet, meilleures et plus rapides pour apparier les parties supérieures de visages décalées plutôt qu'alignées à leurs parties inférieures, qu'il s'agisse de visages d'enfants ou d'adultes. Le plus intéressant a été de constater que, lorsqu'on considère les temps de réaction différentiels entre les conditions d'alignement et de décalage (voir aussi Goffaux & Rossion, 2006 ; Le Grand et al., 2004 ; Michel et al., 2006 ; Young et al., 1987), l'illusion de composite, et par conséquent le traitement holistique des visages, était plus importante pour les visages adultes que pour les visages d'enfants chez les novices alors qu'elle était de même amplitude pour ces 2 catégories de visages chez les expertes. L'interférence holistique observée chez les institutrices était aussi strictement dépendante de la quantité d'expérience qu'elles avaient accumulée à l'âge adulte avec les visages d'enfants. Une expérience de plus de 10 années avec cette catégorie les menait, en effet, à en traiter les exemplaires de manière plus holistique que les visages adultes. Notons qu'étant donné que nous n'avons pas comparé ces résultats à ceux d'individus encore en développement, ces observations ne contredisent pas forcément l'idée que l'influence exercée par l'environnement se réduit avec le temps (voir Figure 25) ; elles attestent, au contraire, la

DISCUSSION GENERALE

IV. Les capacités de traitement holistique des petits et grands enfants

possibilité dont dispose le système de reconnaissance des visages d'être modulé par l'expérience visuelle jusqu'à l'âge adulte (voir aussi Polk & Farah, 1995).

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le système de reconnaissance d'un visage met en jeu une multiplicité de compétences et de niveaux d'intégration cérébrale qui se construisent au carrefour de contraintes imposées tant par le patrimoine génétique de l'individu que par l'expérience qu'il fait du monde visuel. Tout au long de ce travail, nous avons traqué les différents mécanismes qui rendent possibles ces compétences et les avons abordés dans une perspective développementale. L'un de ces mécanismes est le traitement holistique/configural des visages. Il permet à l'observateur d'intégrer de manière simultanée les multiples traits d'un visage en une représentation perceptive unique. Notre objectif était ici d'en décrire le point d'émergence et la trajectoire développementale (DISCUSSION GENERALE) sur base de ce que l'on sait du décours temporel de la fonction, plus générale, de reconnaissance des visages (CONTEXTE THEORIQUE) et de quatre études expérimentales (CONTRIBUTION EMPIRIQUE).

Que le système de reconnaissance des visages soit abordé du point de vue anatomique ou fonctionnel, nous avons pu constater qu'il suit un parcours ontogénétique singulier. En effet, la compétence qu'il permet, celle de reconnaître les visages, émerge tôt au cours du développement et évolue jusque tard dans l'enfance. Plus précisément, il semblerait que, malgré le nombre restreint de recherches relatives à la maturation de la voie ventrale, les régions impliquées dans la reconnaissance des visages soient disponibles à 2 mois (Tzourio-Mazoyer et al., 2002), peut-être même avant, et qu'elles subissent encore des changements dans l'enfance (Sowell et al., 2004). Le décours temporel de la fonction de reconnaissance des visages a fait l'objet de bien plus d'études qui pourraient être interprétées comme suit. Selon nous, les nouveau-nés disposent d'un mécanisme attentionnel inné et grossièrement défini, attiré par les patterns qui ressemblent à des visages plutôt que par les patterns qui n'y ressemblent pas, et dont les contraintes guident l'organisation du traitement. Il assure, en effet, l'afflux continu d'inputs visuels vers le système cortical chargé de traiter les visages dont les représentations sont, à ce stade, grossières et définies en basses fréquences spatiales notamment (Etude N°1). Nous pensons aussi que l'expérience visuelle, combinée à certaines règles de maturation du système nerveux, est capable de moduler les réponses ainsi que l'organisation fonctionnelle du cortex visuel à certaines périodes critiques du développement. Etant donné que les catégories de visages auxquelles les nourrissons et les enfants sont exposés restent le plus souvent identiques au fil des années, l'environnement agit en réalité comme un filtre qui entraîne la spécialisation progressive des représentations faciales et de leurs outils de traitement (Etude N°2). Le rétrécissement de la fenêtre perceptuelle n'empêche

CONCLUSION GENERALE

pas pour autant le système de rester plastique (Etude N°3), même à l'âge adulte (Etude N°4). Nous avons enfin suggéré que la quantité d'expérience visuelle mais aussi sa qualité (~ facteurs environnementaux), en constante interaction avec certaines contraintes génétiques (~ facteurs maturationnels) comme avec des facteurs qui n'impliquent pas seulement les visages (~ facteurs généraux), pourrait guider la mise en place du traitement holistique/configural des visages (~ facteur spécifique). A la lumière des variables en jeux, ce processus s'affinerait avec le temps, ce qui expliquerait en grande partie les performances plus faibles des enfants en reconnaissance de visages si on les compare à celles des adultes (Carey et al., 1980).

Ce scénario pourrait être confirmé par diverses expériences dans les années à venir. Nous avons, entres autres, proposé une étude qui permettrait de rendre compte du fait que les nouveau-nés perçoivent déjà davantage la globalité des visages que leurs détails, grâce à l'extraction privilégiée des basses fréquences spatiales. Nous avons également suggéré que les nourrissons pourraient avoir besoin de plusieurs éléments contrastés, comme la ligne de démarcation front/cheveux et les yeux, pour différencier deux visages. Pour terminer, les techniques d'électrophysiologie, appliquées de manière conjointe au paradigme composite, par exemple, ainsi que le test de Benton et collaborateurs (1983) soumis à des enfants de 6 à 16 ans pourraient être suffisamment sensibles pour révéler que le traitement holistique/configural des visages se renforce avec l'âge.

Dans l'ensemble, nous avons tenté ici d'expliquer comment émerge, se développe et se modifie le système de reconnaissance des visages de la naissance à l'âge adulte, au travers d'une thèse, la thèse holistique. Nous devons toutefois admettre que les étapes fonctionnelles et maturationnelles précises de développement qui permettent aux adultes de devenir des experts en reconnaissance des visages sont seulement en partie élucidées à l'heure actuelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acerra, F., Burnod, Y., & de Schonen, S. (2002). Modeling aspects of face processing in early infancy. *Developmental Science*, 5, 98-117.
- Anastasi, J.S., & Rhodes, G. (2005). An own-age bias in face recognition for children and older adults. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 1043-1047.
- Anastasi, J.S., & Rhodes, G. (2006). Evidence for an own-age bias in face recognition. *North American Journal of Psychology*, 8, 237-253.
- Atkinson, J. (1984). Human visual development over the first six months of life: A review and a hypothesis. *Human Neurobiology*, 3, 61-74.
- Atkinson, J. (2002). *The developing visual brain*. New York: Oxford University Press.
- Atkinson, J., & Braddick, O. (1989). Development of basic visual functions. In A. Slater & G. Bremner (Eds.), *Infant Development*. London: Lawrence Erlbaum.
- Atkinson, J., Hood, B., Wattam-Bell, J., Anker, S., & Tricklebank, J. (1988). Development of orientation discrimination in infancy. *Perception*, 17, 587-595.
- Aylward, E.H., Park, J.E., Field, K.M., Parsons, A.C., Richards, T.L., Cramer, S.C., & Meltzoff, A.N. (2005). Brain activation during face perception: Evidence of a developmental change. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 308-319.
- Backman, L. (1991). Recognition memory across the adult life-span - The role of prior knowledge. *Memory & Cognition*, 19, 63-71.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford university Press.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47-90). New-York: Academic Press.
- Baenninger, M. (1994). The development of face recognition: Featural or configurational processing? *Journal of Experimental Child Psychology*, 57, 377-396.
- Banks, M.S. (1980). The development of visual accommodation during early infancy. *Child Development*, 51, 646-666.
- Banks, M.S., & Bennett, P.J. (1991). Anatomical and physiological constraints on neonatal visual sensitivity and determinants of fixation behaviour. In M.J.S. Weiss & P.R. Zelazo (Eds.), *Newborn attention: Biological constraints and the influence of experience* (pp. 177-217). Norwood, NJ: Ablex.
- Banks, M.S., & Dannemiller, J.L. (1987). Infant visual psychophysics. In P. Salapatek & L. Cohen (Eds.), *Handbook of infant perception* (pp. 115-184). Orlando: Academic Press.
- Banks, M.S., & Ginsburg, A.P. (1985). Early visual preferences: A review and new theoretical treatment. In H.W. Reese (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (pp. 207-246). New York: Academic Press.
- Banks, M.S., & Salapatek, P. (1978). Acuity and contrast sensitivity in 1-, 2-, and 3-month-old human infants. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 17, 361-365.
- Banks, M.S., Stephens, B.R., & Hartmann, E.E. (1985). The development of basic mechanism of pattern vision. Spatial frequency channels. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 501-527.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bar-Haim, Y., Ziv, T., Lamy, D., & Hodes, R. (2006). Nature and nurture in own-race face processing. *Psychological Science, 17*, 159-163.
- Bartlett, J.C., & Leslie, J.E. (1986). Aging and memory for faces versus single views of faces. *Memory & Cognition, 14*, 371-381.
- Barton, J.J., Cherkasova, M.V., Press, D.Z., Intriligator, J.M., & O'Connor, M. (2003). Developmental prosopagnosia: A study of three patients. *Brain & Cognition, 51*, 12-30.
- Barton, J.J., Keenan, J.P., & Bass, T. (2001). Discrimination of spatial relations and features in faces: effects of inversion and viewing duration. *British Journal of Psychology, 92*, 527-549.
- Barton, J.J., Press, D.Z., Keenan, J.P., & O'Connor, M. (2002). Lesions of the fusiform face area impair perception of facial configuration in prosopagnosia. *Neurology, 58*, 71-78.
- Barton, J.J., Zhao, J., & Keenan, J.P. (2003). Perception of global facial geometry in the inversion effect and prosopagnosia. *Neuropsychologia, 41*, 1703-1711.
- Bartrip, J., Morton, J., & de Schonen, S. (2001). Responses to mother faces in 3-week to 5-month-old infants. *British Journal of Developmental Psychology, 19*, 219-232.
- Bavelier, D., Tomann, A., Hutton, C., Mitchell, T., Corina, D., Liu, G., & Neville, H. (2000). Visual attention to the periphery is enhanced in congenitally deaf individuals. *Journal of Neurosciences, 20*, RC93.
- Behramm, M., & Avidan, G. (2005). Congenital prosopagnosia: face-blind from birth. *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 180-187.
- Ben-Shachar, M., Dougherty, R.F., Deutsch, G.K., & Wandell, B.A. (2007). Contrast responsivity in MT+ correlates with phonological awareness and reading measures in children. *NeuroImage, 37*, 1396-1406.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience, 8*, 551-565.
- Benton, A.L., Sivan, A.B., Hamsher, K., Varenny, N.R., & Spreen, O. (1983). Facial recognition: stimulus and multiple choice pictures. In A.L. Benton, A.B. Sivan, K.D.S. Hamsher, N.R. Varney & O. Speen (Eds.), *Contributions to Neuropsychological Assessment* (pp. 30-40). New York: Oxford University Press.
- Benton, A.L., & Van Allen, M.W. (1968). Impairment in facial recognition in patients with cerebral disease. *Cortex, 4*, 344-358.
- Bertin, E., & Bhatt, R.S. (2004). The Thatcher illusion and face processing in infancy. *Developmental Science, 7*, 431-436.
- Bex, P.J., & Makous, W. (2002). Spatial frequency, phase, and the contrast of natural images. *Journal of the Optical Society of America, 19*, 1096-1106.
- Bhatt, R.S., Bertin, E., Hayden, A., & Reed, A. (2005). Face processing in infancy: developmental changes in the use of different kinds of relational information. *Child Development, 76*, 169-181.
- Blaney, R.L., & Winograd, E. (1978). Developmental differences in children's recognition memory for faces. *Developmental Psychology, 14*, 441-442.
- Botzel, K., Schulze, S., & Stodieck, S.R.G. (1995). Scalp topography and analysis of intracranial sources of face-evoked potentials. *Experimental Brain Research, 104*, 135-143.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Boucher, J., & Lewis, V. (1992). Unfamiliar face recognition in relatively able autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 843-859.
- Boucher, J., Lewis, V., & Collins, G. (1998). Familiar face and voice matching and recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 171-181.
- Boutet, I., Collin, C., & Faubert, J. (2003). Configural face encoding and spatial frequency information. *Perception and Psychophysics*, 65, 1078-1093.
- Brace, N.A., Hole, G.J., Kemp, R.I., Pike, G.E., Van Duuren, M., & Norgate, L. (2001). Developmental changes in the effect of inversion: Using a picture book to investigate face recognition. *Perception*, 30, 85-94.
- Braddick, O.J., Atkinson, J., Julesz, B., Kropfl, W., Bodis-Wollner, I., & Raab, E. (1980). Cortical binocularity in infants. *Nature*, 288, 363-365.
- Braddick, O., Atkinson, J., & Wattam-Bell, J. (2003). Normal and anomalous development of visual motion processing: motion coherence and 'dorsal-stream vulnerability'. *Neuropsychologia*, 41, 1769-1784.
- Brigham, J.C. (2002). Face identification: Basic processes and developmental changes. In M. Eisen (Ed.), *Memory and Suggestibility in the Forensic Interview* (pp. 115-140). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Brooks, R.M., & Goldstein, A.G. (1963). Recognition by children of inverted photographs of faces. *Child Development*, 34, 1033-1040.
- Bruce, V., Campbell, R.N., Doherty-Sneddon, G., Import, A., Langton, S., McAuley, S., & Wright, R. (2000). Testing face-processing skills in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 18, 319-333.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Bullier, J. (2001). Feedback connections and conscious vision. *Trends in Cognitive Science*, 5, 369-370.
- Burt, D.M., & Perrett, D.I. (1995). Perception of age in adult Caucasian male faces: Computer graphic manipulation of shape and colour information. *Proceedings of the Royal Society of London: Series B*, 259, 137-143.
- Bushnell, I.W.R. (1982). Discrimination of faces by young infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 298-308.
- Bushnell, I.W.R. (1998). The origins of face perception. In F. Simion & G. Butterworth (Eds.), *The Development of Sensory, Motor and Cognitive Capacities in Early Childhood* (pp. 69-86). Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Bushnell, I.W.R. (2001). Mother's face recognition in newborn infants: learning and memory. *Infant and Child Development*, 10, 67-74.
- Bushnell, I.W.R. (2003). Newborn face recognition. In O. Pascalis & A. Slater (Eds.), *The development of face processing in infancy and early childhood* (pp. 41-53). Nova Science Publishers, Inc.
- Bushnell, I.W.R., Sai, F., & Mullin, J.T. (1989). Neonatal recognition of the mother's face. *British Journal of Developmental Psychology*, 7, 67-74.
- Busigny, T., & Rossion, B. (sous presse). Acquired prosopagnosia abolishes the face inversion effect. *Journal of Cognitive Neuroscience*.
- Cabeza, R., & Kato, T. (2000). Features are also important: Contributions of featural and configural processing to face recognition. *Psychological Science*, 11, 419-433.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Caldara, R., Schyns, P., Mayer, E., Smith, M.L., Gosselin, F., & Rossion, B. (2005). Does prosopagnosia take the eyes out of face representations? Evidence for a defect in representing diagnostic facial information following brain damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1652-1666.
- Campbell, R., Coleman, M., Walker, J., Benson, P.J., Wallace, S., Michelotti, J., & Baron-Cohen, S. (1999). When does the inner-face advantage arise and why? *Visual Cognition*, 6, 197-215.
- Carey, S. (1992). Becoming a face expert. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 335, 95-103.
- Carey, S., & Diamond, R. (1977). From piecemeal to configurational representation of faces. *Science*, 195, 312-314.
- Carey, S., & Diamond, R. (1994). Are faces perceived as configurations more by adults than by children? *Visual Cognition*, 1, 253-274.
- Carey, S., Diamond, R., & Woods, B. (1980). Development of face recognition: A maturational component? *Developmental Psychology*, 16, 257-269.
- Carver, L.J., Dawson, G., Panagiotides, H., Meltzoff, A.N., McPartland, J., Gray, J., & Munson, J. (2003). Age-related differences in neural correlates of face recognition during the toddler and preschool years. *Developmental Psychobiology*, 42, 145-159.
- Cashon, C.H., & Cohen, L. (2003). The construction, deconstruction, and reconstruction of infant face perception. In O. Pascalis & A. Slater (Eds.), *The development of face processing in infancy and early childhood* (pp. 55-68). Nova Science Publishers, Inc.
- Celani, G., Battachi, M.W., & Arcidiacono, L. (1999). The understanding of emotional meaning of facial expressions in people with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 527-551.
- Chance, J.E., Turner, A.L., & Goldstein, A.G. (1982). Development of differential recognition for own- and other-race faces. *Journal of Psychology*, 112, 29-37.
- Chang, P.P.W., Levine, S.C., & Benson, P.J. (2002). Children's recognition of caricatures. *Developmental Psychology*, 38, 1038-1051.
- Chugani, H.T. (1994). Development of regional brain glucose metabolism in relation to behavior and plasticity. In G. Dawson & K. Fischer (Eds.), *Human behavior and the developing brain* (pp. 153-175). New York: Guilford.
- Chugani, H.T., & Phelps, M.E. (1986). Maturational changes in cerebral function in infants determined by [18]FDG positron emission tomography. *Science*, 231, 840-843.
- Chugani, H.T., Phelps, M.E., & Mazziotta, J.C. (1987). Positron emission tomography study of human brain functional development. *Annals of Neurology*, 22, 487-497.
- Chung, M., & Thomson, D.M. (1995). Development of face recognition. *British Journal of Psychology*, 86, 55-87.
- Clark, V.P., Fan, S., & Hillyard, S.A. (1995). Identification of early visual evoked potential generators by retinotopic and topographic analyses. *Human Brain Mapping*, 2, 170-187.
- Cohen, K. (1981). The development of strategies of visual search. In D. Fisher, R. Monty & J. Senders (Eds.), *Eye movements: cognition and visual perception* (pp. 271-288). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Cohen, L.B. (1988). An information processing approach to infant cognitive development. In L. Wiskrantz (Ed.), *Thought without language* (pp. 211-228). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Cohen, L.B., & Cashon, C.H. (2001). Do 7-month-old infants process independent features or facial configurations? *Infant and Child Development*, 10, 83-92.
- Cohen, R.M., Semple, W.E, Gross, M., Holcomb, H.J., Dowling, S.M., & Nordahl, T.E. (1988). Functional localization of sustained attention. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 1, 3-20.
- Collishaw, S.M., & Hole, G.J. (2000). Featural and configurational processes in the recognition of faces of different familiarity. *Perception*, 29, 893-909.
- Conner, I.P., Sharma, S., Lemieux, S.K., & Mendola, J.D. (2004). Retinotopic organization in children measured with fMRI. *Journal of Vision*, 4, 509-523.
- Corenblum, B., & Meissner, C.A. (2006). Recognition of faces of ingroup and outgroup children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 187-206.
- Cross, J.F., Cross, J., & Daly, J. (1971). Sex, race, age, and beauty as factors in recognition of faces. *Perception and Psychophysics*, 10, 393-396.
- Dannemiller, J.L., & Stephens, B.R. (1988). A critical test of infant pattern preference models. *Child Development*, 59, 210-216.
- Dannemiller, J.L., & Stephens, B.R. (2001). Asymmetries in contrast polarity processing in young human infants. *Journal of Vision*, 1, 112-125.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray.
- Davidoff, J., & Donnelly, N. (1990). Object superiority: a comparison of complete and part probes. *Acta Psychologica*, 73, 225-243.
- de Agostini, M., Kremin, H., Curt, F., & Dellatolas, G. (1996). Immediate memory in children aged 3 to 8 : Digits, familiar words, unfamiliar words, pictures and Corsi. *ANAE*, 36, 4-10.
- de Haan, M. (2001). The neuropsychology of face processing during infancy and childhood. In M. Luciana & C. Nelson (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 381-398). Cambridge: The MIT Press.
- de Haan, M., Humphreys, K., & Johnson, M.H. (2002). Developing a brain specialized for face perception: A converging methods approach. *Developmental Psychobiology*, 40, 200-212.
- de Haan, M., Johnson, M.H., & Halit, H. (2003). Development of face-sensitive event-related potentials during infancy: A review. *International Journal of Psychophysiology*, 51, 45-58.
- de Haan, M., Johnson, M.H., Maurer, D., & Perrett, D.I. (2003). Recognition of individual faces and average face prototypes by 1- and 3-month-old infants. *Cognitive Development*, 16, 659-678.
- de Haan, M., & Nelson, C.A. (1997). Recognition of the mother's face by 6-month-old infants : a neurobehavioral study. *Child Development*, 68, 187-210.
- de Haan, M., & Nelson, C.A. (1999). Brain activity differentiates face and object processing in 6-month-old infants. *Developmental Psychology*, 35, 1113-1121.
- de Haan, M., Pascalis, O., & Johnson, M.H. (2002). Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 199-209.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S., & Herz-Pannier, L. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, 298, 2013-2015.
- de Heering, A., Houthuys, S., & Rossion, B. (2007). Holistic face processing is mature at 4 years of age: evidence from the composite face effect. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 57-70.
- de Heering, A., & Rossion, B. (2008). Prolonged visual experience in adulthood modulates holistic face perception. *PLOS One*, 3, e2317.
- de Heering, A., Rossion, B., Turati, C., & Simion, F. (2008). Holistic face processing can be independent of gaze behavior: Evidence from the face composite effect. *Journal of Neuropsychology*, 2, 183-195.
- de Heering, A., Turati, C., Rossion, B., Bulf, H., Goffaux, V., & Simion, F. (2008). Newborns' face recognition is based on spatial frequencies below 0.5 cycles per degree. *Cognition*, 106, 444-454.
- Duchaine, B., & Nakayama, K. (2006). Developmental prosopagnosia: a window to content-specific face processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 166-173.
- Deruelle, C., Rondan, C., Gepner, G., & Tardif, C. (2004). Spatial frequency and face processing in children with autism and Asperger syndrome. *Journal of autism and developmental disorders*, 34, 199-210.
- Deruelle, C., & de Schonen, S. (1991). Hemispheric asymmetries in visual pattern processing in infancy. *Brain and Cognition*, 16, 151-179.
- Deruelle, C., & de Schonen, S. (1995). Pattern processing in infancy: shape and location of components are not processed by the same hemisphere. *Infant Behavior and Development*, 18, 123-132.
- Deruelle, C., & de Schonen, S. (1998). Do the right and left hemispheres attend to the same visuospatial information within a face in infancy? *Developmental Neuropsychology*, 14, 535-554.
- de Schonen, S. (1989). Some reflections on brain specialization in face processing. In A.W. Young & H.D. Ellis (Eds.), *Handbook of Research on face processing* (pp. 379-389). North Holland: Elsevier.
- de Schonen, S. (2002). Epigenesis of the cognitive brain: a task for the 21st Century. In L. Backman & C. von Hofsten (Eds.), *Psychology at the turn of the millennium* (pp. 55-88). Hove, UK: Psychology Press.
- de Schonen, S., Deruelle, C., Mancini, J., & Pascalis, O. (1993). Hemispheric differences in face processing and brain maturation. In B. Boysson-Bardies, S. de Schonen, P. Juszyk, P. McNeilage & J. Morton (Eds.), *Developmental Neurocognition: Speech and Face Processing in the First Year of Life* (pp. 149-163). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- de Schonen, S., Gil de Diaz, M., & Mathivet, E. (1986). Hemispheric asymmetry in face processing in infancy. In H.D. Ellis, M.A. Jeeves, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing* (pp. 199-208). Martinus Nijhoff: Hingham, MA.
- de Schonen, S., Mancini, J., Camps, R., Maes, E., & Laurent, A. (2005). Early brain lesions and face-processing development. *Developmental Psychobiology*, 46, 184-208.
- de Schonen, S., & Mathivet, E. (1989). First come, first served: a scenario about the development of hemispheric specialization in face recognition during infancy. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 9, 3-44.
- de Schonen, S., & Mathivet, E. (1990). Hemispheric asymmetry in a face discrimination task in infants. *Child Development*, 61, 1192-1205.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- de Schonen, S., Mathivet, E., & Deruelle, C. (1989). Hemispheric specialization for face recognition in infancy. In A. von Euler, C. von Hofsten, R. Zetterstrom, H. Forssberg, & H. Lagercrantz (Eds.), *Neurobiology of Early Infant Behavior* (pp. 261-271). Wenner-Gren International Symposium Series: MacMillan Press.
- De Sonneville, L.M.J., Vershoor, C.A., Njokiktjien, C., Op het Veld, V., Toorenarr, N., & Vranken, M. (2002). Facial identity and facial emotions: Speed, accuracy and processing strategies in children and adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 200-213.
- Diamond, R., & Carey, S. (1977). Developmental changes in the representation of faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, 23, 1-22.
- Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why faces are and are not special: An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 107-117.
- Di Russo, F., Martinez, A., Sereno, M.I., Pitzalis, S., & Hillyard, S.A. (2002). Cortical sources of the early components of the visual evoked potential. *Human Brain Mapping*, 15, 95-111.
- Dobkins, K., & Vanitha, S. (2008). Face inversion effects in infants are driven more by high, than low, spatial frequencies. *Poster presented at Vision Science Society*, Naples, Florida.
- Doyle, A. (1973). Listening to distraction: A developmental study of selective attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 15, 100-115.
- Duvelleroy-Hommet, C., Billard, C., Gillet, P., Barthez, M.A., Santini, J.J., & Autret, A. (1997). Traitement hémisphérique des mots et des chiffres en écoute dichotique. Rôle des facteurs attentionnels chez l'enfant. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant (ANAE)*, 41, 10-15.
- Ellemborg, D., Lewis, T.L., Dirks, M., Maurer, D., Ledgeway, T., Guillemot, J.P., & Lepore, F. (2004). Putting order into the development of sensitivity to global motion. *Vision Research*, 44, 2403-2411.
- Ellemborg, D., Lewis, T.L., Liu, C.H., & Maurer, D. (1999). Development of spatial and temporal vision during childhood. *Vision Research*, 39, 2325-2333.
- Elliott, E.S., Wills, E.J., & Goldstein, A.G. (1973). The effects of discrimination training on the recognition of white and oriental faces. *Bulletin of Psychonomic Society*, 2, 71-73.
- Ellis, H.D. (1992). The development of face processing skills. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 335, 105-111.
- Ellis, H.D., & Flin, R.H. (1990). Encoding and storage effects in seven-year-olds' and ten-year-olds' memory for faces. *British Journal of Developmental Psychology*, 8, 77-92.
- Elman, J.L., Bates, E.A., Johnson, M.H., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D., & Plunkett, K. (1996). *Rethinking innateness: A connectionist perspective on development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 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.
- Fagan, J.F. (1972). Infants' recognition memory for faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, 14, 453-476.
- Fantz, R.L. (1961). The origin of form perception. *Scientific American*, 204, 66-72.
- Fantz, R.L. (1963). Pattern vision in newborn infants. *Science*, 140, 296-297.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Fantz, R.L. (1964). Visual experience in infants: decreased attention to familiar patterns relative to novel ones. *Science*, 146, 668-670.
- Farah, M.J., Rabinowitz, C., Quinn, G.E., & Liu, G.T. (2000). Early commitment of neural substrates for face recognition. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 117-123.
- Farah, M.J., Tanaka, J.W., & Drain, H.M. (1995). What causes the face inversion effect? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 628-634.
- Farah, M.J., Wilson, K.D., Drain, M., & Tanaka, J.N. (1998). What is "special" about face perception? *Psychological Review*, 105, 482-498.
- Farkas, L.G. (1994). *Anthropometry of the head and face in medicine*. New York: Elsevier.
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M.H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *PNAS*, 99, 9602-9605.
- Farroni, T., Johnson, M.H., Menon, E., Zulian, L., Faraguna, D., & Csibra, G. (2005). Newborns' preference for face-relevant stimuli: Effects of contrast polarity. *PNAS*, 102, 17245-17250.
- Farroni, T., Menon, E., & Johnson, M.H. (2006). Factors influencing newborns' preference for faces with eye contact. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95, 298-308.
- Farroni, T., Valenza, E., Simion, F., & Umiltà, C. (2000). Configural processing at birth: Evidence for perceptual organization. *Perception*, 29, 355-372.
- Feinman, S., & Entwistle, D.R. (1976). Children's ability to recognize other children's faces. *Child Development*, 47, 506-510.
- Field, T.M., Cohen, D., Garcia, R., & Greenberg, R. (1984). Mother-stranger face discrimination by the newborn. *Infant Behavior and Development*, 7, 19-25.
- Flin, R.H. (1980). Age effects in children's memory for unfamiliar faces. *Developmental Psychology*, 16, 373-374.
- Flin, R.H. (1985). Development of face recognition: An encoding switch? *British Journal of Psychology*, 1, 123-134.
- Flin, R.H., & Dziurawiec, S. (1989). Developmental factors in facial processing. In A.W. Young & H.D. Ellis (Eds.), *Handbook of Research on Facial processing*. North-Holland: Elsevier.
- Fodor, J. (1983). *The Modularity of Mind: an Essay on Faculty Psychology*. Cambridge: MIT Press.
- Freire, A., & Lee, K. (2001). Face recognition in 4- to 7-year-olds: Processing of configural, featural, and paraphernalia information. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 347-371.
- Freire, A., Lee, K., & Symons, L.A. (2000). The face-inversion effect as a deficit in the encoding of configural information: direct evidence. *Perception*, 29, 159-170.
- Friede, R.L., & Hu, K.H. (1967). Proximo-distal differences in myelin development in human optic fibres. *Zeitschrift für Zellforschung*, 79, 259-264.
- Fulton, A., & Bartlett, J.C. (1991). Young and old faces in young and old heads - The factor of age in face recognition. *Psychology and Aging*, 6, 623-630.
- Furl, N., Phillips, P.J., & O'Toole, A.J. (2002). Face recognition algorithms as models of the other-race effect. *Cognitive Science*, 96, 1-19.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Gallay, M., Baudouin, J.Y., Durant, K., Lemoine, C. & Lécuyer, R. (2006). Qualitative differences in the exploration of upright and upside-down faces in four-month-old infants: an eye-movement study. *Child Development*, 77, 984-996.
- Galton, F. (1883). *Inquiries into Human Faculty and Its Development*. London: Macmillan.
- Garey, L.J. (1984). Structural development of the visual system of man. *Human Neurobiology*, 3, 75-80.
- Garey, L.J., & de Courten, C. (1983). Structural development of the lateral geniculate nucleus and visual cortex in monkey and man. *Behavioural Brain Research*, 10, 3-13.
- Gauthier, I., Curran, T., Curby, K.M., & Collins, D. (2003). Perceptual interference supports a non-modular account of face processing. *Nature Neuroscience*, 6, 428-432.
- Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J.C., & Anderson, A.W. (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience*, 3, 191-197.
- Gauthier, I., Williams, P., Tarr, M.J., & Tanaka, J. (1998). Training “greeble” experts: a framework for studying expert object recognition processes. *Vision Research*, 38, 2401-2428.
- Gava, L., Valenza, E., Turati, C., & de Schonen, S. (2008). Effect of partial occlusion on newborns’ face preference and recognition. *Developmental Science*, 11, 563-574.
- Geldart, S., Maurer, D., & Henderson, H. (1999). Effect of the height of the internal features of faces on adults’ aesthetic ratings and 5-month-olds’ looking times. *Perception*, 28, 839-850.
- Geldart, S., Mondloch, C., Maurer, D., de Schonen, S., & Brent, H. (2002). The effects of early visual deprivation on the development of face processing. *Developmental Science*, 5, 490-501.
- George, P.A., & Hole, G.J. (1995). Factors influencing the accuracy of age estimates of unfamiliar faces. *Perception*, 24, 1059-1073.
- George, P.A., & Hole, G.J. (2000). The role of spatial and surface cues in the age-processing of unfamiliar faces. *Visual Cognition*, 7, 485-509.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. (1985). Cerebral lateralisation: biological mechanisms, associations and pathology. *Archives of Neurology*, 42, 428-459.
- Ghatercole, S.E. (1998). The development of memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 3-27.
- Ghim, H.R., & Eimas, P.D. (1988). Global and local processing by 3- and 4-month-old infants. *Perception & Psychophysics*, 43, 165-171.
- Gibson, J.J. (1950). *The perception of the visual world*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Gidchrist, A., & McKone, E. (2003). Early maturity of face processing in children: local and relational distinctiveness effects in 7-year-olds. *Visual Cognition*, 10, 769-793.
- Giedd, J.N., Snell, J.W., Lange, N., Rajapakse, J.C., Casey, B.J., Kozuch, P.L., Vaituzis, A.C., Vauss, Y.C., Hamburger, S.M., Kaysen, D., & Rapoport, J.L. (1996). Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development: ages 4-18. *Cerebral Cortex*, 6, 551-560.
- Ginsburg, A.P. (1986). Spatial filtering and visual form perception. In K.R Boff (Ed.), *Handbook of perception and human performance* (pp.1-41). Oxford, England: John Wiley & Sons.
- Goldstein, A.G. (1975). Recognition of inverted photographs of faces by children and adults. *Journal of Genetic Psychology*, 127, 109-123.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Goldstein, A.G., & Chance, J.E. (1964). Recognition of children's faces. *Child Development*, 35, 129-136.
- 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 Psychonomic Society*, 23, 211-214.
- Gollin, E.S. (1960). Developmental studies of visual object recognition of incomplete objects. *Perceptual Motor Skills*, 11, 289-298.
- Goffaux, V., Hault, B., Michel, C., Vuong, Q.C., & Rossion, B. (2005). The respective role of low and high spatial frequencies in supporting configural and featural processing of faces. *Perception*, 34, 77-86.
- Goffaux, V. & Rossion, B. (2006). Faces are "spatial"- Holistic face perception is supported by low spatial frequencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1023-1039.
- Goffaux, V., & Rossion, B. (2007). Face inversion disproportionately impairs the perception of vertical but not horizontal relations between features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 995-1002.
- Goffaux, V., Rossion, B., Sorger, B., Schiltz, C., & Goebel, R. (in press). Face inversion disrupts the perception of vertical relations between features in the right human occipito-temporal cortex. *Journal of Neuropsychology*.
- Goldman-Rakic, P.S. (1987). Development of cortical circuitry and cognitive function. *Child Development*, 58, 623-632.
- Golarai, G., Ghahremani, D.G., Whitfield-Gabrieli, S., Reiss, A., Eberhardt, J.L., Gabrieli, J.D.E., & Grill-Spector, K. (2007). Differential development of high-level visual cortex correlates with category-specific recognition memory. *Nature Neuroscience*, 10, 512-522.
- Goodman, G.S., Sayfan, L., Lee, J.S., Sandhei, M., Walle-Olsen, A., Magnussen, S., Pezdek, K., & Arredondo, P. (2007). The development of memory for own- and other-race faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98, 233-242.
- Gordon, G.E., & McCulloch, D.L. (2000). A VEP investigation of parallel visual pathway development in primary school age children. *Documenta Ophthalmologica*, 99, 1-10.
- Goren, C., Sarty, M., & Wu, P. (1975). Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics*, 56, 544-549.
- Greenough, W.T., & Black, J.E. (1992). Induction of brain structure by experience: Substrates for cognitive development. In M.R. Gunnar & C.A. Nelson (Eds.), *Minnesota Symposia on Child Psychology: Developmental Neuroscience* (Vol. 24, pp. 155-200). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Grill-Spector, K., Golarai, G., & Gabrieli, J. (2008). Developmental neuroimaging of the human ventral visual cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 152-162.
- Gross, C.G., Bruce, C.J., Desimone, R., Fleming, J. & Gattass, R. (1981). Cortical visual areas of the temporal lobe: three areas in the macaque. In C.N. Woolsey (Ed.), *Cortical Sensory Organization, Multiple Visual Areas* (Vol. 2, pp. 187-216). New York: Humana Press.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Grill-Spector, K., Knouf, N., & Kanwisher, N. (2004). The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. *Nature Neuroscience*, 7, 555-562.
- Haaf, R. (1974). Complexity and facial resemblance as determinants of response to face-like stimuli by 5- and 10-week-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18, 480-487.
- Haig, N.D. (1984). The effect of feature displacement on face recognition. *Perception*, 13, 505- 512.
- Halit, H., de Haan, M., & Johnson, M.H. (2003). Cortical specialization for face processing: Face-sensitive event-related potential components in 3- and 12-month-old infants. *NeuroImage*, 19, 1180-1193.
- Hammarrenger, B., Leporé, F., Lippé, S., Labrosse, M., Guillemot, J.P., & Roy, M.S. (2003). Magnocellular and parvocellular developmental course in infants during the first year of life. *Documenta Ophtalmologica*, 107, 225-233.
- Hancock, K.J., & Rhodes, G. (2008). Contact, configural coding and the other-race effect in face recognition. *British Journal of Psychology*, 99, 45-56.
- Haxby, J.V., Hoffman, E.A, & Gobbini, M.I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in cognitive sciences*, 4, 223-233.
- Hayden, A., Bhatt, R.S., Reed, A., Corbly, C.R., & Joseph, J.E. (2007). The development of expert face processing: Are infants sensitive to normal differences in second-order relational information? *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 85-98.
- Henderson, R.M., McCulloch, D.L., & Herbert, A.M. (2003). Event-related potentials (ERPs) to schematic faces in adults and children. *International Journal of Psychophysiology*, 51, 59-67.
- Hochberg, J., & Galper, R.R. (1967). Recognition of faces: An explanatory study. *Psychological Science*, 9, 619-620.
- Hole, G.J. (1994). Configural factors in the perception of unfamiliar faces. *Perception*, 23, 65-74.
- Hole, G.J., George, P.A., & Dunsmore, V. (1999). Evidence for holistic processing of faces viewed as photographic negatives. *Perception*, 28, 341-359.
- Homa, D., Haver, B., & Schwartz, T. (1976). Perceptibility of schematic face stimuli: evidence for a perceptual Gestalt. *Memory & Cognition*, 4, 176-185.
- Hsiao, J.H.W., & Cottrell, G. (2008). Two fixations suffice in face recognition. *Psychological Science*.
- Hubel, D.H., & Wiesel, T.N. (1965). Binocular interactions in striate cortex of kittens reared with artificial squint. *Journal of Neurophysiology*, 28, 1041-1059.
- Hubel, D.H., Wiesel, T.N., & LeVay, S. (1965). Plasticity of ocular dominance columns in the monkey striate cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Science*, 278, 377-409.
- Hunter, M.A., Ames, E.W., & Koopman, R. (1983). Effects of stimulus complexity and familiarization time on infant preferences for novel and familiar stimuli. *Developmental Psychology*, 19, 338-352.
- Huttenlocher, P.R. (1994). Synaptogenesis, synapse elimination, and neural plasticity in human cerebral cortex. In Nelson, C.A. (Ed.), *Threats to optimal development: integrating biological, psychological, and social risk factors*. (pp. 35-53). Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Huttenlocher, P.R. (1999). Dendritic and synaptic development in human cerebral cortex: Time course and critical periods. *Developmental Neuropsychology*, 16, 347-349.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Huttenlocher, P.R., & Dabholkar, A.S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387, 167-178.
- Huttenlocher, P.R., & de Courten, C. (1987). The development of synapses in striate cortex of man. *Human Neurobiology*, 6, 1-9.
- Itier, R.J., & Taylor, M. J. (2002). Inversion and contrast polarity reversal affect both encoding and recognition processes of unfamiliar faces: A repetition study using ERPs. *NeuroImage*, 15, 353-372.
- Itier, R.J., & Taylor, M.J. (2004a). Face inversion and contrast-reversal effects across development: in contrast to the expertise theory. *Developmental Science*, 7, 246-260.
- Itier, R.J., & Taylor, M.J. (2004b). N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. *Cerebral Cortex*, 14, 132-142.
- Itier, R.J., & Taylor, M.J. (2004c). Face recognition and configural processing: A developmental ERP study using upright, inverted and contrast-reversed faces. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 487-504.
- Itier, R.J., & Taylor, M.J. (2004d). The effects of repetition learning on upright, inverted and contrast-reversed face processing. *NeuroImage*, 21, 1518-1532.
- Itier, R.J., & Taylor, M.J. (2004e). Source analysis of the N170 to faces and objects. *NeuroReport*, 15, 1261-1265.
- Itier, R.J., & Taylor, M.J. (2004f). Effects of repetition and configural changes on the development of face recognition processes. *Developmental Science*, 7, 469-487.
- Izard, V., Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (2008). Distinct cerebral pathway for object identity and number in human infants. *PLOS Biology*, 6, 0275-0285.
- Jacques, C., d'Arripe, O., & Rossion, B. (2007). The time course of the face inversion effect during individual face discrimination. *Journal of Vision*, 7, 1-9.
- Jeffreys, D.A. (1989). A face-responsive potential recorded from the human scalp. *Experimental Brain Research*, 78, 193-202.
- Jeffreys, D.A. (1996). Evoked potential studies of face and object processing. *Visual Cognition*, 3, 1-38.
- Jemel, B., Mottron, L., & Dawson, M. (2006). Impaired face processing in autism: fact or artifact? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 91-106.
- Johnson, M.H. (2000). Functional brain development in infants: elements of an interactive specialization framework. *Child Development*, 71, 75-81.
- Johnson, M.H. (2005). Subcortical face processing. *Nature*, 6, 766-774.
- Johnson, M.H., Dziurawiec, S., Ellis, H., & Morton, J. (1991). Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition*, 40, 1-19.
- Johnson, M.H., Farroni, T., Brockbank, M., & Simion, F. (2000). Preferential orienting to faces in 4-month-olds: analysis of temporal-nasal visual field differences. *Developmental Science*, 3, 41-45.
- Johnson, M.H., & Morton, J. (1991). *Biology and cognitive development: The case of face recognition*. Oxford, UK: Blackwell.
- Johnston, R.A., & Ellis, H.D. (1995). Age effects in the processing of typical and distinctive faces. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48, 447-465.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Joseph, R.M., & Tanaka, J. (2002). Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 529-542.
- Joyce, C., & Rossion, B. (2005). The face-sensitive N170 and VPP components manifest the same brain processes: the effect of reference electrode site. *Clinical Neurophysiology*, 116, 2613-2631.
- Kanwisher, N. (2000). Domain specificity in face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 759-763.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M.M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17, 4302-4311.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kelly, D.J., Liu, S., Ge, L., Quinn, P.C., Slater, A.M., Lee, K., Liu, Q., & Pascalis, O. (2007a). Cross-race preferences for same-race faces extend beyond the African versus Caucasian contrast in 3-month-old infants. *Infancy*, 11, 87-95.
- Kelly, D.J., Quinn, P.C., Slater, A.M., Lee, K., Ge, L., & Pascalis, O. (2007b). The other-race effect develops in infancy. *Psychological Science*, 18, 1084-1089.
- Kelly, D.J., Quinn, P.C., Slater, A.M., Lee, K., Gibson, A., Smith, M., Ge, L., & Pascalis, O. (2005). Three-month-olds, but not newborns, prefer own-race faces. *Developmental Science*, 8, 31-36.
- Kennerknecht, I., Plüempe, N., & Welling, B. (2008). Congenital prosopagnosia – a common hereditary cognitive dysfunction in humans. *Frontiers in Bioscience*, 13, 3150-3158.
- Kleiner, K.A. (1987). Amplitude and phase spectra as indices of infants' pattern preferences in human infants. *Infant behavior & development*, 7, 339-354.
- Kleiner, K.A. (1990). Models of neonates' preferences for facelike patterns: A response to Morton, Johnson, and Maurer. *Infant Behavior and Development*, 13, 105-108.
- Kress, T., & Daum, I. (2003). Developmental prosopagnosia: A review. *Behavioural Neurology*, 14, 109-121.
- Kuefner, D., Macchi Cassia, V., Picozzi, M., & Bricolo, E. (2008). Do all kids look alike? Evidence for an other-age effect in adults. *Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 811-817.
- Kuhl, P.K. (1994). Learning and representation in speech. *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 812-822.
- Kuhl, P.K. (1998). The development of speech and language. In T.J. Carew, R. Menzel, & C.J. Schatz (Eds.), *Mechanistic relationships between development and learning*. New York: Wiley.
- Lamont, A.C., Stewart-Williams, S., & Podd, J. (2005). Face recognition and aging: Effects of target age and memory load. *Memory & Cognition*, 33, 1017-1024.
- Langdell, T. (1978). Recognition of faces: An approach to the study of autism. *Journal of Experimental Psychology and Psychiatry*, 19, 255-268.
- Langlois, J.H., Ritter, J.M., Roggman, L.A., & Vaughan, L.S. (1991). Facial diversity and infant preferences for attractive faces. *Developmental Psychology*, 27, 79-84.
- Langlois, J.H., & Roggman, L.A. (1990). Attractive faces are only average. *Psychological Science*, 1, 115-121.
- Langlois, J.H., Roggman, L.A., Casey, R.J., Ritter, J.M., Rieser-Danner, L.A., & Jenkins, V.Y. (1987). Infant preferences for attractive faces: rudiments of a stereotype? *Developmental Psychology*, 23, 363-369.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Lawrence, K., Bernstein, D., Pearson, R., Mandy, W., Campbell, R., & Skuse, D. (2008). Changing abilities in recognition of unfamiliar face photographs through childhood and adolescence: Performance on a test of non-verbal immediate memory (Warrington RMF) from 6 to 16 years. *Journal of Neuropsychology*, 2, 27-45.
- Le, T.T., Farkas, L.G., Ngim, R.C., Levin, L.S., & Forrest, C.R. (2002). Proportionality in Asian and North American Caucasian faces using neoclassical facial canons as criteria. *Aesthetic Plastic Surgery*, 26, 64-69.
- Leder, H., & Bruce, V. (2000). When inverted faces are recognized: The role of configural information in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53, 513-536.
- Leder, H., Candrian, G., Huber, O., & Bruce, V. (2001). Configural features in the context of upright and inverted faces. *Perception*, 30, 73-83.
- Leder, H., & Carbon, C.C. (2005). When context hinders: Learn-test compatibility in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58, 235-250.
- Leder, H., & Carbon, C.C. (2006). Face-specific configural processing of relational information. *British Journal of Psychology*, 97, 19-29.
- Le Grand, R., Cooper, P.A., Mondloch, C.J., Lewis, T.L., Sagiv, N., de Gelder, B., & Maurer, D. (2006). What aspects of face processing are impaired in developmental prosopagnosia? *Brain and Cognition*, 61, 139-158.
- Le Grand, R., Mondloch, C.J., Maurer, D., & Brent, H.P. (2001). Early visual experience and face processing. *Nature*, 410, 890.
- Le Grand, R., Mondloch, C.J., Maurer, D., & Brent, H.P. (2004). Impairment in holistic face processing following early visual deprivation. *Psychological Science*, 15, 762-768.
- Leinbach, M.D., & Fagot, B.I. (1993). Categorical habituation to male and female faces: Gender schematic processing in infancy. *Infant Behavior and Development*, 16, 317-332.
- Lemire, R.J., Loeser, J.D., Leech, R.W., & Alvord, E.C. (1975). Normal and abnormal development of the human nervous system. *Harper and Row*, Hagerstown, MD, 47.
- Levin, D.T. (2000). Race as a visual feature: using visual search and perceptual discrimination tasks to understand face categories and the cross-race recognition deficit. *Journal of Experimental Psychology*, 129, 559-574.
- Lewis, M.B., & Glenister, T.E. (2003). A sideways look at configural encoding: two different effects of face rotation. *Perception*, 32, 7-14.
- Lewis, T.L., Kingdon, A., Ellemberg, D., & Maurer, D. (2007). Orientation discrimination in 5-year-olds and adults tested with luminance-modulated and contrast-modulated gratings. *Journal of Vision*, 7, 1-11.
- Lewis, T.L., & Maurer, D. (1990). The development of temporal and nasal fields during infancy. *Vision Research*, 32, 903-911.
- Liégeois, F., Connelly, A., Baldeweg, T., & Vargha-Khadem, F. (2008). Speaking with a single cerebral hemisphere : fMRI language organization after hemispherectomy in childhood. *Brain & Language*, 106, 195-203.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Liégeois, F., & de Schonen, S. (1997). Simultaneous attention in the two visual hemifields and interhemispheric integration: A developmental study on 19- and 28-month-old infants. *Neuropsychologia*, 35, 1382-1389.
- 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.
- Logothetis, N.K. (2008). What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature*, 453, 869-878.
- Lotmar, W. (1976). A theoretical model for the eye of new-born infants. *Albrecht v Graefes Arch Klin Exp Ophthalm*, 198, 179-185.
- Luck, S. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lussier, F., & Flessas, J. (2005). *Neuropsychologie de l'enfant: Troubles développementaux et de l'apprentissage*. Paris : Dunod.
- Macchi Cassi, V., Kuefner, D., Westerlund, A., & Nelson, C.A. (2006). A behavioural and ERP investigation of 3-month-olds' face preferences. *Neuropsychologia*, 44, 2113-2125.
- Macchi Cassia, V., Simion, F., Milani, I., & Umiltà, C. (2002). Dominance of global visual properties at birth. *Journal of Experimental Psychology*, 131, 398-411.
- Macchi Cassia, V., Valenza, E., Pividori, D., & Simion, F. (2002). Facedness vs. Non-specific structural properties: What is crucial in determining face preference at birth. *Poster presented at ICIS*, Toronto, Ontario, Canada.
- Macchi Cassia, V., Valenza, E., & Simion, F. (2004). *Lo sviluppo cognitivo: dalle teorie classiche ai nuovi orientamenti*. Bologna, Italy: Il Mulino.
- Macchi Cassia, V., Valenza, E., Simion, F., & Leo (2008). Congruency as a nonspecific perceptual property contributing to newborns' face preference. *Child Development*, 79, 807-820.
- Magoon, E.H., & Robb, R.M. (1981). Development of myelin in human optic nerve and tract. *Archives of Ophthalmology*, 99, 655-659.
- Malpass, R.S., & Kravitz, J. (1969). Recognition for faces of own and other 'race'. *Journal of Personality and Social Psychology*, 13, 330-334.
- Malpass, R.S., Laviguer, H., & Weldon, D.E. (1973). Verbal and visual training in face recognition. *Perception and Psychophysics*, 14, 285-292.
- Marr, D. (1982). *Vision*. New York: Freeman Publishers.
- Maurer, D., Le Grand, R., & Mondloch, C.J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 255-260.
- Maurer, D., Mondloch, C.J., & Lewis, T.L. (2007). Sleeper effects. *Developmental Science*, 10, 40-47.
- Maurer, D., & Young, R. (1983). Newborns' following of natural and distorted arrangements of facial features. *Infant Behaviour and Development*, 6, 127-131.
- Mazard, A., Schiltz, C., & Rossion, B. (2006). Recovery from adaptation to facial identity is larger for upright than inverted faces in the human occipito-temporal cortex. *Neuropsychologia*, 44, 912-922.
- McKone, E., & Boyer, B.L. (2006). Sensitivity of 4-year-olds to featural and second-order relational changes in face distinctiveness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94, 134-162.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- McKone, E., Brewer, J.L., MacPherson, S., Rhodes, G., & Hayward, W.G. (2007). Familiar other-race faces show normal holistic processing and are robust to perceptual stress. *Perception*, 36, 224-248.
- Meissner, C. A., & Brigham, J. C. (2001). Thirty years of investigating the own-race bias in memory for faces: A meta-analytic review. *Psychology, Public Policy and Law*, 7, 3-35.
- Mermelstein, R., Banks, W., & Prinzmetal, W. (1979). Figural goodness effects in perception and memory. *Perception and Psychophysics*, 26, 472-480.
- Michel, C., Caldara, R., & Rossion, B. (2006a). Same-race faces are perceived more holistically than other-race faces. *Visual Cognition*, 14, 55-73.
- Michel, C., Rossion, B., Han, J., Chung, C.S., Caldara, R. (2006b). Holistic processing is finely tuned for faces of our own race. *Psychological Science*, 17, 608-615.
- Miller, P.H., & Weiss, M.G. (1981). Children's attention allocation, understanding of attention, and performance on the incidental learning task. *Child Development*, 52, 1183-1190.
- Mondloch, C.J., Dobson, K.S., Parsons, P., & Maurer, D. (2004). Why 8-year-olds cannot tell the difference between Steve Martin and Paul Newman: Factors contributing to the slow development of sensitivity to the spacing of facial features. *Journal of Experimental Child Psychology*, 89, 159-181.
- Mondloch, C.J., Geldart, S., Maurer, D., & Le Grand, R. (2003). Developmental changes in face processing skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 86, 67-84.
- Mondloch, C.J., Le Grand, R., & Maurer, D. (2002). Configural face processing develops more slowly than featural face processing. *Perception*, 31, 553-566.
- Mondloch, C.J., Le Grand, R., & Maurer, D. (2003). Early visual experience is necessary for the development of some- but not all- aspects of face processing. In O. Pascalis & A. Slater, *The development of face processing in infancy and early childhood* (pp. 99-117). Nova Science Publishers, Inc.
- Mondloch, C.J., Leis, A., & Maurer, D. (2006). Recognizing the face of Johny, Suzy, and me: insensitivity to the spacing among features at 4 years of age. *Child Development*, 77, 234-243.
- Mondloch, C.J., Lewis, T.L., Budreau, D.R., Maurer, D., Dannemiller, J.L., Stephens, B.R., & Kleiner-Gathercoal, K.A. (1999). Face perception during early infancy. *Psychological Science*, 10, 419-422.
- Mondloch, C.J., Maurer, D., & Ahola, S. (2006). Becoming a face expert. *Psychological Science*, 17, 930-934.
- Mondloch, C.J., Pathman, T., Maurer, D., Le Grand, R., & de Schonen, S. (2007). The composite face effect in 6-year-old children : Evidence of adultlike holistic face processing. *Visual Cognition*, 15, 564-577.
- Morison, V., & Slater, A. (1985). Contrast and spatial frequency components in visual preferences of newborns. *Perception*, 14, 345-348.
- Morrisson, D.J., & Schyns, P.G. (2001). Usage of spatial scales for the categorization of faces, objects and scenes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 454-469.
- Morton, J., & Johnson, M.H. (1991). CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, 98, 164-181.
- Myowa-Yamakoshi, M., Yamaguchi, M.K., Tomonaga, M., Tanaka, M., & Matsuzawa, T. (2005). Development of face recognition in infant chimpanzees (Pan troglodytes). *Cognitive Development*, 20, 49-63.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Näsänen, R. (1999). Spatial frequency bandwidth used in the recognition of facial images. *Vision Research*, 39, 3824-3833.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353-383.
- Nelson, C.A. (2001). The development and neural bases of face recognition. *Infant and Child Development*, 10, 3-18.
- Nelson, C.A., & Bloom, F.E. (1997). Child development and Neuroscience. *Child Development*, 68, 970-987.
- Nelson, C.A., Moulson, M.C., & Richmond, J. (2006). How does neuroscience inform the study of cognitive development? *Human Development*, 49, 260-272.
- Newcombe, N.S. (2002). The nativist-empirist controversy in the context of recent research on spatial and quantitative development. *Psychological Science*, 13, 395-401.
- Odom, J.V., & Green, M. (1984). Developmental physiological optics and visual acuity: A brief review. *Experientia*, 40, 1178-1181.
- Olson, G.M., & Strauss, M.S. (1984). The development of infant memory. In M. Moscovitch (Ed.), *Infant Memory* (pp. 29-48). New York: Plenum Press.
- Orban de Xivry, J.-J., Ramon, M., Lefèvre, P., & Rossion, B. (2008). Reduced fixation on the upper area of personally familiar faces following acquired prosopagnosia. *Journal of Neuropsychology*, 2, 245-268.
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2002). The influence of divided attention on holistic face perception. *Cognition*, 82, 225-257.
- Parrish, E.E., Giaschi, D.E., Boden, C., & Dougherty, R. (2005). The maturation of form and motion perception in school age children. *Vision Research*, 45, 827-837.
- Pascalis, O., de Haan, M., & Nelson, C.A. (2002). Is face processing species-specific during the first year of life? *Science*, 296, 1321-1323.
- Pascalis, O., de Haan, M., Nelson, C.A., & de Schonen, S. (1998). Long-term recognition memory for faces assessed by visual paired comparison in 3- and 6-month-old infants. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 249-260.
- Pascalis, O., Demont, E., de Haan, M., & Campbell, R. (2001). Recognition of faces of different species: a developmental study between 5 and 8 years of age. *Infant and Child Development*, 10, 39-45.
- Pascalis, O., & de Schonen, S. (1994). Recognition memory in 3- to 4-day-old human neonates. *NeuroReport*, 5, 1721-1724.
- Pascalis, O., de Schonen, S., Morton, J., Deruelle, C., & Fabre-Grenet, M. (1995). Mother's face recognition by neonates: A replication and an extension. *Infant Behavior and Development*, 18, 79-85.
- Pascalis, O., Scott, L.S., Kelly, D.J., Shannon, R.W., Nicholson, E., Coleman, M., & Nelson, C.A. (2005). Plasticity of face processing in infancy. *PNAS*, 102, 5297-5300.
- Passarotti, A.M., Paul, B.M., Bussiere, J.R., Buxton, R.B., Wong, E.C., & Stiles, J. (2003). The development of face and location processing: An fMRI study. *Developmental Science*, 6, 100-117.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Passaroti, A.M., Smith, J., DeLano, M., & Huang, J. (2006). Developmental differences in the neural bases of the face inversion effect show progressive tuning of face-selective regions to the upright orientation. *NeuroImage*, 34, 1708-1722.
- Pedelty, L., Levine, S.C., & Shevell, S.K. (1985). Developmental changes in face processing: Results from multidimensional scaling. *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, 421-436.
- Pellicano, E., & Rhodes, G. (2003). Holistic processing of faces in preschool children and adults. *Psychological Science*, 14, 618-622.
- Pellicano, E., Rhodes, G., & Peters, M. (2006). Are preschoolers sensitive to configural information in faces? *Developmental Science*, 9, 270-277.
- Perfect, T.J., & Harris, L.J. (2003). Adult age differences in unconscious transference: Source confusion or identity blending. *Memory & Cognition*, 31, 570-580.
- Pezdek, K., Blandon-Gitlin, I., & Moore, C. (2003). Children's face recognition memory: More evidence for the cross-race effect. *Journal of Applied Psychology*, 88, 760-763.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant*. Paris : Presse Universitaire de France.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1973). *Memory and intelligence*. NY: Basic Books.
- Plude, D.J., Enns, J.T., & Brodeur, D. (1994). The development of selective attention: a life-span overview. *Acta Psychologica*, 86, 227-272.
- Polk, T.A., & Farah, M.J. (1995). Late experience alters vision. *Nature*, 24, 648-649.
- Puce, A., Allison, T., Gore, J.C., & McCarthy, G. (1995). Face-sensitive regions in human extrastriate cortex studied by functional MRI. *Journal of Neurophysiology*, 74, 1192-1199.
- Quinn, P.C., Kelly, D.J., Lee, K., Pascalis, O., & Slater, A.M. (2008). Preference for attractive faces in human infants extends beyond conspecifics. *Developmental Science*, 11, 76-83.
- Quinn, P.C., Yahr, J., Kuhn, A., Slater, A.M., & Pascalis, O. (2002). Representation of the gender of human faces by infants: A preference for female. *Perception*, 31, 1109-1121.
- Ramon, M., Busigny, T., & Rossion, B. (en préparation). Impaired holistic processing of unfamiliar individual faces in a case of acquired prosopagnosia.
- Rhodes, G. (sous presse). Age estimation of faces: a review. *Applied Cognitive Psychology*.
- Rhodes, G. (1988). Looking at faces – 1st order and 2nd order features as determinants of facial appearance. *Perception*, 17, 43-63.
- Rhodes, G., Brake, S., & Atkinson, A.P. (1993). What's lost in inverted faces? *Cognition*, 47, 25-57.
- Rhodes, G., Breenan, S., & Carey, S. (1987). Identification and ratings of caricatures: implications for mental representations of faces. *Cognitive Psychology*, 19, 473-497.
- Rhodes, G., Hayward, W.G., & Winkler, C. (2006). Expert face coding: Configural and component coding of own-race and other-race faces. *Psychonomic Bulletin Review*, 13, 499-505.
- Rhodes, G., Tan, S., Brake, S., & Taylor, K. (1989). Expertise and configural coding in face recognition. *British Journal of Psychology*, 80, 313-331.
- Riesenhuber, M., Jarudi, I., Gilad, S., & Sinha, P. (2004). Face processing in humans is compatible with a simple shape-based model vision. *Proceedings in Biological Sciences*, 271, 448-450.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Roder, B.J., Bates, C., Crowell, S., Schilling, T., & Bushnell, E.W. (1992). The perception of identity by 6 ½-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 57-73.
- Roder, B.J., Bushnell, E.W., & Sasseville, A.M. (2000). Infants' preference for familiarity and novelty during the course of visual processing. *Infancy*, 4, 491-508.
- Rodman, H.R., Gross, C.G., & Scalaidhe, S.P. (1993). Development of brain substrates for pattern recognition in primates: physiological and connectional studies of inferior temporal cortex in infant monkeys. In B. de Boysson-Bardies, S. de Schonen, P. Jusczyk, P. McNeilaga, & J. Morton (Eds.), *Developmental neurocognition: speech and face processing in the first year of life* (pp. 63-76). Dordrecht: Kluwer.
- Rose, S.A., Gottfried, A.W., Melloy-Carminar, P., & Bridger, W.H. (1982). Familiarity and novelty preferences in infant recognition memory: implications for information processing. *Developmental Psychology*, 18, 704-713.
- Rose, S.A., Jankowski, J.J., & Feldman, J.F. (2008). The inversion effect in infancy: The role of internal and external features. *Infant Behavior & Development*, 31, 470-480.
- Rossion, B. (2008). Constraining the cortical face network by neuroimaging studies of acquired prosopagnosia. *NeuroImage*, 40, 423-426.
- Rossion, B. (2008). Picture-plane inversion leads to qualitative changes of face perception. *Acta Psychologica*, 128, 274-289.
- Rossion, B., & Boremanse, A. (2008). Nonlinear relationship between holistic processing of individual faces and picture-plane rotation: evidence from the face composite illusion. *Journal of Vision*, 8, 1-13.
- Rossion, B., Caldara, R., Seghier, M., Schuller, A.M., Lazeyras, F., & Mayer, E. (2003). A network of occipito-temporal face-sensitive areas besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. *Brain*, 126, 2381-2395.
- Rossion, B., & Gauthier, I. (2002). How does the brain process upright and inverted faces? *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 1, 63-75.
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M.J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., & Crommelinck, M. (2000). 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. *NeuroReport*, 11, 69-74.
- Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain ? 10 lessons on the N170. *NeuroImage*, 39, 1959-1979.
- Rossion, B., Kaiser, M.D., Bub, D., & Tanaka, J.W. (in press). Is the loss of diagnosticity of the eye region a common feature of acquired prosopagnosia? *Journal of Neuropsychology*.
- Sackett, G.P. (1966). Monkeys reared in isolation with pictures as visual input: evidence for an innate releasing mechanism. *Science*, 154, 1468-1473.
- Saï, F., & Bushnell, I.W.R. (1988). The perception of faces in different poses by 1-month-olds. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 35-41.
- Salapatek, P. (1968). Visual scanning of geometric figures by the human newborn. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66, 247-258.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Salapatek, P., & Kessen, W. (1966). Visual scanning of triangles by the human newborn. *Journal of Experimental Child Psychology*, 3, 155-167.
- Saltz, E., & Sigel, I.E. (1967). Concept overdiscrimination in children. *Journal of Experimental Psychology*, 73, 1-8.
- Samuels, C.A., Butterworth, G., Roberts, T., & Graupner, L. (1994). Babies prefer attractiveness to symmetry. *Perception*, 23, 823-831.
- Samuels, C.A., & Ewy, R. (1985). Aesthetic perception of faces during infancy. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 221-228.
- Sangrigoli, S., & de Schonen, S. (2004a). Effect of visual experience on face processing: A developmental study of inversion and non-native effects. *Developmental Science*, 7, 74-87.
- Sangrigoli, S., & de Schonen, S. (2004b). Recognition of own-race and other-race faces by three-month-old infants. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 45, 1219-1227.
- Sangrigoli, S., Pallier, C., Argenti, A.M., Ventureyra, V.A.G., & de Schonen, S. (2005). Reversibility of the other-race effect in face recognition during childhood. *Psychological Science*, 16, 440-444.
- Scherf, K.S., Behrmann, M., Humphreys, K., & Luna, B. (2007). Visual category-selectivity for faces, places and objects emerges along different developmental trajectories. *Developmental Science*, 10, F15-F30.
- Schultz, C., & Rossion, B. (2006). Faces are represented holistically in the human occipito-temporal cortex. *NeuroImage*, 32, 1385-1394.
- Schultz, R.T. (2005). Developmental deficits in social perception in autism: The role of the amygdala and fusiform face area. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 23, 125-141.
- Schwaninger, A., & Mast, F.W. (2005). The face-inversion effect can be explained by the capacity limitations of an orientation normalization mechanism. *Japanese Psychological Research*, 47, 216-222.
- Schwarzer, G. (2000). Development of face processing: The effect of face inversion. *Child Development*, 71, 391-401.
- Schwarzer, G. (2002). Processing of facial and non-facial visual stimuli in 2- to 5-year-old children. *Infant and Child Development*, 11, 253-269.
- Schwarzer, G., Huber, S., & Dümmler, T. (2005). Gaze behavior in analytical and holistic face processing. *Memory & Cognition*, 33, 344-354.
- Schwarzer, G., & Zauner, N. (2003). Face processing in 8-month-old infants: evidence for configural and analytical processing. *Vision Research*, 43, 2783-2793.
- Schwarzer, G., Zauner, N., & Jovanovic, B. (2007). Evidence of a shift from featural to configural face processing in infancy. *Developmental Science*, 10, 452-463.
- Séré, B., Marendaz, C., & Hérault, J. (2000). Nonhomogeneous resolution of images of natural scenes. *Perception*, 29, 1403-1412.
- Sergent, J. (1984a). An investigation into component and configural processes underlying face perception. *British Journal of Psychology*, 75, 221-242.
- Sergent, J. (1984b). Configural processing of faces in the left and the right cerebral hemispheres. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 554-572.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Sergent, J. (1986). Microgenesis of face perception. In H.D. Ellis, M.A. Jeeves, F. Newcombe, & A.M. Young (Eds.), *Aspects of Face Processing* (pp. 17-33). Dordrecht: Kluwer.
- Sergent, J., & Villemure, J.G. (1989). Prosopagnosia in a right hemispherectomized patient. *Brain*, 112, 975-995.
- Seron, X. (2002). *La neuropsychologie cognitive*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Sexton, M.A., & Geffen, G. (1979). Development of three strategies of attention in dichotic monitoring. *Developmental Psychology*, 15, 299-310.
- Simion, F., Macchi Cassia, V., Turati, C., & Valenza, E. (2003). Non-specific perceptual biases at the origins of face processing. In O. Pascalis & A. Slater (Eds.), *The development of face processing in infancy and early childhood* (pp. 13-25). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Simion, F., & Valenza, E. (1990). Tecniche per lo studio dei processi di base. In L. Camaioni & F. Simion (Eds.), *Metodi di ricerca in psicologia dello sviluppo* (pp. 101-139). Bologna: Il Mulino.
- Simion, F., Valenza, E., Macchi Cassia, V., Turati, C., & Umiltà, C. (2002). Newborns' preference for up-down asymmetrical configurations. *Developmental Science*, 5, 427-434.
- Singer, J.M., & Sheinberg, D.L. (2006). Holistic processing unites face parts across time. *Vision Research*, 46, 1838-1847.
- Sirios, S., & Mareschal, D. (2002). Models of habituation in infancy. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 293-298.
- Sirios, S., & Mareschal, D. (2004). An interacting systems model of infant habituation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1352-1362.
- Slater, A. (1993). Visual perceptual abilities at birth: implications for face perception. In B. de Boysson-Bardies, S. de Schonen, P. Jusczyk, P. MacNeilage, & J. Morton (Eds.), *Developmental Neurocognition: Speech and face processing in the first year of life* (pp. 125-134). Dordrecht: Kluwer.
- Slater, A., Bremner, G., Johnson, S.P., Sherwood, P., Hayes, R., & Brown, E. (2000a). Newborn infants' preference for attractive faces: the role of internal and external facial features. *Infancy*, 1, 265-274.
- Slater, A., Quinn, P.C., Hayes, R.A., & Brown, E. (2000b). The role of facial orientation in newborn infants' preference for attractive faces. *Developmental Science*, 3, 181-185.
- Slater, A., & Morison, V. (1991). Visual attention and memory at birth. In M.J.S. Weiss & P.R. Zelazo (Eds.), *Newborn attention: Biological constraints and the influence of experience* (pp. 256-277). Norwood, NJ: Ablex.
- Slater, A., Morison, V., & Rose, D. (1983). Locus of habituation in the human newborn. *Perception*, 12, 593-598.
- Slater, A., Morison, V., & Rose, D. (1985). Habituation in newborns. *Infant Behavior and Development*, 13, 183-200.
- Slater, A., & Sykes, M. (1977). Newborn infants' visual responses to square wave gratings. *Child Development*, 48, 545-554.
- Slater, A., von der Schulenburg, C., Brown, E., Badenoch, M., Butterworth, G., Parsons, S., & Samuels, C. (1998). Newborn infants prefer attractive faces. *Infant Behavior and Development*, 21, 345-354.
- Slone, A.E., Brigham, J.C., & Meissner, C.A. (2000). Social and cognitive factors affecting the own-race bias in Whites. *Basic & Applied Social Psychology*, 22, 71-84.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Sörqvist, P., & Eriksson, M. (2007). Effects of training on age estimation. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 131-135.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Holmes, C.J., Batth, R., Jernigan, T.L., & Toga, A.W. (1999b). Localizing age-related changes in brain structure between childhood and adolescence using statistical parametric mapping. *NeuroImage*, 9, 587-597.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Holmes, C.J., Jernigan T.L., & Toga A.W. (1999a). *In vivo* evidence for post-adolescent brain maturation in frontal and striatal regions. *Nature Neuroscience*, 2, 859-861.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Leonard, C.M., Welcome, S.E., Kan, E., & Toga, A.W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience*, 24, 8223-8231.
- Spelke, E.S. (1994). Initial Knowledge: six suggestions. *Cognition*, 50, 431-445.
- Spelke, E.S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99, 605-632.
- Stechler, G. (1964). Newborn attention as affected by medication during labor. *Science*, 144, 315-317.
- Sugita, Y. (2008). Face perception in monkeys reared with no exposure to faces. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 105, 394-398.
- Suzuki, S., & Cavanagh, P. (1995). Facial organization blocks access to low-level features – An object inferiority effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 901-913.
- Tanaka, J.W., & Farah, M.J. (1993). Parts and wholes in face recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46, 225-245.
- Tanaka, J.W., Kay, J.B., Grinnell, E., Stanfield, B., & Szechter, L. (1998). Face recognition in young children: When the whole is greater than the sum of its parts. *Visual Cognition*, 5, 479-496.
- Tanaka, J.W., Kiefer, M., & Bukach, C.M. (2004). A holistic account of the own-race effect in face recognition: Evidence from a cross-cultural study. *Cognition*, 93, B1-B9.
- Tanaka, J.W., & Sengco, J.A. (1997). Features and their configuration in face recognition. *Memory & Cognition*, 25, 583-592.
- Taylor, M.J., Batty, M., & Itier, R.J. (2004). The faces of development: A review of early face processing over childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1426-1442.
- Taylor, M.J., Chevalier, H., & Lobaugh, N.J. (2003). Discrimination of single features and conjunctions by children. *International Journal of Psychophysiology*, 51, 85-95.
- Taylor, M.J., Edmonds, G.E., McCarthy, G., & Allison, T. (2001). Eyes first! Eye processing develops before face processing in children. *NeuroReport*, 12, 1671-1676.
- Taylor, M.J., McCarthy, G., Saliba, E., & Degiovanni, E. (1999). ERP evidence of developmental changes in processing of faces. *Clinical Neurophysiology*, 110, 910-915.
- Thompson, L.A., Madrid, V., Westbrook, S., & Johnston, V. (2001). Infants attend to second-order relational properties of faces. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 769-777.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Thonon, J., Busigny, T., & Rossion, B. (2008). *La prosopagnosie congénitale: quels aspects du traitement des visages?* Mémoire de licence non publié.
- Turati, C. (2004). Why faces are not special to newborns: An alternative account of the face preference. *Psychological Science*, 13, 5-8.
- Turati, C., Bulf, H., & Simion, F. (2008). Newborn's face recognition over changes in viewpoint. *Cognition*, 106, 1300-1321.
- Turati C., Macchi Cassia V., Simion F., & Leo I. (2006). Newborns' face recognition: The role of inner and outer facial features. *Child Development*, 77, 297-311.
- Turati, C., Sangrigoli, S., Ruel, J., & de Schonen, S. (2004). Evidence of the face inversion effect in 4-month-old infants. *Infancy*, 6, 275-297.
- Turati, C., & Simion, F. (2002). Newborns' recognition of changing and unchanging aspects of schematic faces. *Journal of Experimental Child Psychology*, 83, 239-261.
- Turati, C., Valenza, E., Leo, I., & Simion, F. (2005). Three-month-olds' visual preference for faces and its underlying visual processing mechanisms. *Journal of Experimental Child Psychology*, 90, 255-273.
- Turkewitz, G. (1989). Face processing as a fundamental feature of development. In A. Young & H.D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing* (pp. 401-404). Amsterdam: North Holland.
- Tzourio-Mazoyer, N., de Schonen, S., Crivello, F., Reutter, B., Aujard, Y., & Mazoyer, B. (2002). Neural correlates of woman face processing by 2-month-old infants. *NeuroImage*, 15, 454-461.
- Valentine, T. (1991). A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43, 161-204.
- Valentine, T., & Bruce, V. (1986). The effect of race, inversion and encoding activity upon face recognition. *Acta Psychologica*, 61, 259-273.
- Valenza, E., Simion, F., Macchi Cassia, V., & Umiltà, C. (1996). Face preference at birth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 892-903.
- Volkmar, F., Chawarska, K., & Klin, A. (2005). Autism in infancy and early childhood. *Annual Review of Psychology*, 56, 315-336.
- Walker, P.M., & Hewstone, M. (2006). A perceptual discrimination investigation of the own-race effect and intergroup experience. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 461-475.
- Walton, G.E., Armstrong, E.S., & Bower, T.G.R. (1997). Faces as forms in the world of the newborn. *Infant Behavior and Development*, 20, 537-543.
- Walton, G.E., Bower, N.J.A., & Bower, T.G.R. (1992). Recognition of familiar faces by newborns. *Infant Behavior and Development*, 15, 265-269.
- Want, S.C., Pascalis, O., Coleman, M., & Blades, M. (2003). Face facts: is the development of face recognition in early and middle childhood really so special? In O. Pascalis & A. Slater (Eds.), *The development of face processing in infancy and childhood* (pp. 207-221). New York: Nova Science.
- Warrington, E.K. (1984). *Recognition Memory Test*. Windsor, Berkshire: NFER.
- Weinberger, A. (1979). Stereotyping the elderly. *Research on Aging*, 1, 113-136.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Werker, J.F., Gilbert, J.H., Humphrey, K., & Tees, R.C. (1981). Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child Development*, 52, 349-355.
- Wright, D.B., & Stroud, J.S. (2002). Age differences in lineup identification accuracy: People are better with their own age. *Law and Human Behavior*, 25, 641-654.
- Yin, R.K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 141-145.
- Young, A.W., & Bion, P.J. (1980). Absence of any developmental trend in right hemisphere superiority for face recognition. *Cortex*, 16, 213-221.
- Young, A.W., Hellawell, D., & Hay, D.C. (1987). Configurational information in face perception. *Perception*, 16, 747-759.
- Yovel, G., & Kanwisher, N. (2004). Face perception: Domain specific, not process specific. *Neuron*, 44, 889-898.