

La reconnaissance des visages par le nourrisson

T. Gliga, laboratoire de sciences cognitives et psycholinguistique, CNRS, UMR 8554, EHESS et ENS (gliga@clipper.ens.fr)

SCIENCES COGNITIVES

Une des premières capacités des bébés qui émerveillent les parents est leur capacité de s'orienter vers les visages et de leur sourire. L'échange de regards entre une mère et son enfant contribue indiscutablement à la mise en place du lien parental et à l'attribution d'une personnalité à ce nouveau-venu dans la communauté humaine. Mais qu'est-ce qui se cache derrière cette compétence ? Que voit réellement le bébé ? Reconnaît-il ses parents ? Ce sourire est-il déjà un désir volontaire de communication ou une simple réponse réflexe ? Quelles sont les bases de l'attraction des nourrissons pour les visages ? Ces questions ont préoccupé les psychologues depuis de nombreuses années, pour deux raisons. La première est que reconnaître et s'orienter vers un visage est un problème visuel difficile. Comme pour d'autres facultés cognitives, la modélisation informatique de cette capacité qui nous semble aisée et naturelle se heurte à des problèmes ardues de reconnaissance de forme. Le fait que, très rapidement, le nourrisson puisse résoudre ces problèmes nous interroge sur l'organisation cérébrale initiale et sur l'existence de modules cérébraux génétiquement programmés et dédiés à des fonctions cognitives importantes dans notre espèce. La deuxième raison est que les adultes attribuent un fort caractère social à l'orientation des nourrissons vers les visages, mais est-ce réciproque ? Comment cette capacité précoce s'intègre-t-elle dans le développement des capacités sociales des enfants ?

Mots clés : perception des visages, développement cognitif, nourrisson, imagerie cérébrale, autisme.

LE VISAGE, UN OBJET SPÉCIAL ?

Chez l'adulte, les visages représentent une classe très spéciale d'objets visuels, et les procédures d'analyse des visages sont différentes de celles utilisées pour d'autres objets : par exemple, nous sommes meilleurs pour faire la différence entre deux visages si ces visages sont présentés à l'endroit que s'ils sont présentés à l'envers, alors qu'il n'y a aucune différence entre ces deux orientations si la tâche de discrimination concerne des objets ; l'identification d'un élément du visage, le nez par exemple, est ralentie si cet élément est présenté dans un visage par rapport à sa présentation isolée, alors qu'une porte est identifiée à la même vitesse qu'elle soit présentée isolée ou dans une image de maison. Ce ralen-

tissement dans l'identification des éléments d'un visage est dû au fait que l'identité des éléments est moins importante que leur configuration (leur positionnement et distance relative) dans le visage. Pour les visages, l'analyse globale (de la configuration) l'emporte sur l'analyse locale (des éléments), contrairement à ce qui se passe pour les autres objets visuels. En imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), une région du gyrus fusiforme droit, la FFA ou « fusiform face area » s'active plus pour les visages que pour tout autre objet [1], confirmant qu'objets et visages sont traités différemment par le cerveau adulte [1]. Cette différence de traitement est confirmée par le type de déficit observé chez des patients après une lésion cérébrale. En effet, certains déficits peuvent ne concerner que la reconnaissance des visages (prosopagno-

sie), sans que celle des autres objets ne soit touchée ou, à l'inverse, toucher l'identification des objets sans concerner les visages.

Pourquoi le cerveau traite-t-il différemment les visages et les autres objets ? Ce sujet fait l'objet d'un intense débat entre les tenants de dispositions innées, et donc de circuits précâblés, pour la reconnaissance des congénères, et ceux pour qui notre capacité de reconnaissance des visages est liée à notre entraînement intensif avec ce type de stimulus visuels. Pour les premiers, le cerveau a subi, comme les autres éléments du corps, une pression génétique pour sélectionner les processus de traitement les plus appropriés à notre survie. Ces processus, ou modules, ont donc une histoire évolutive dont on peut suivre la trace chez d'autres animaux. Ils concerneraient des fonctions cognitives de base comme la faculté de communiquer avec les autres membres de l'espèce, les capacités numériques élémentaires, la capacité à juger des relations dans le groupe, etc. Reconnaître un autre être humain, que ce soit un congénère ou un individu particulier du groupe, serait dans cette perspective une capacité cruciale pour les animaux sociaux que nous sommes. Ces modules déterminés par notre histoire évolutive sont donc soumis à des contraintes biologiques fortes en ce qui concerne leur localisation cérébrale, leur manière de fonctionner et les contraintes qu'ils imposent aux apprentissages. Les opposants à cette hypothèse modulaire estiment que la pression évolutive n'a porté que sur la taille du cerveau et que c'est l'apprentissage dans un environnement particulier qui influence de façon prédominante nos capacités cognitives. Si donc les visages sont traités de façon particulière par notre cerveau, c'est que ce sont les objets visuels avec lesquels nous avons le plus d'entraînement. Depuis la naissance en effet, nous voyons des visages et nous les regardons attentivement. Nous emploierions d'ailleurs les mêmes analyses configurales et les mêmes régions cérébrales pour tout objet nécessitant une reconnaissance individuelle (ce

n'est pas seulement un chien mais mon chien) ou pour toute catégorie d'objets pour laquelle nous avons développé une expertise, comme les chevaux pour le turfiste averti ou les automobiles pour le fan des circuits.

Ce débat, qui ressemble fortement au vieux débat entre inné et acquis, peut sembler dépassé. Il ne l'est pas, car il a des conséquences importantes sur les principes concernant les méthodes d'apprentissage et la prise en charge des lésions cérébrales. En effet, si l'hypothèse modulaire est juste, la localisation des lésions cérébrales affectant plus ou moins l'un ou l'autre des modules cognitifs est importante pour le pronostic, alors que, pour ses opposants, le cerveau est relativement equipotentiel au départ, et n'importe quelle région cérébrale peut prendre en charge n'importe quelle fonction cognitive. Une deuxième prédiction de l'hypothèse modulaire est que certains apprentissages seront difficiles, car notre espèce a évolué dans un milieu défini et nous utilisons les processus les plus appropriés pour ce milieu, même si aujourd'hui ils ne sont peut-être plus adaptés à la vie que nous menons. Par exemple, si, dans quelques années ou siècles, nous vivons en apesanteur, rencontrant ainsi de nombreuses personnes se promenant la tête en bas, l'hypothèse modulaire devrait pronostiquer que nous resterions meilleurs pour traiter les visages à l'endroit, car le module de reconnaissance des visages a évolué dans un milieu terrestre où nous avons la plupart du temps les pieds sur terre ! Leurs opposants au contraire, qui estiment que c'est l'environnement qui est déterminant, prédiraient que nous deviendrions aussi bons pour traiter les visages à l'envers qu'à l'endroit. Plutôt que d'attendre cette perspective lointaine pour départager ces hypothèses, une autre solution est d'étudier la perception des visages avant une expérience notable et d'examiner si, parmi les objets visuels, les visages ont très tôt un statut particulier.

En suivant une trajectoire chronologique, je vais présenter successivement différents aspects de la perception des visages, soulignant à chaque fois la fa-

çon dont une théorie ou l'autre interprète les données expérimentales. Je vais aborder les connaissances des nourrissons sur la configuration et l'identité des éléments du visage (les bébés savent-ils qu'un visage doit contenir deux yeux et une bouche et que les yeux se trouvent au-dessus de la bouche ?), et comment l'expérience avec un certain type de visage influence leur comportement. Un autre aspect important dans la perception des visages est leur importance comme stimulus social, car c'est à ce niveau que l'existence de mécanismes spécifiques aux visages gagne une importance évolutive. Enfin, je présenterai quelques cas pathologiques dans la discussion, une capacité ne pouvant être mieux comprise qu'en étudiant les conséquences de son absence.

LES NOUVEAU-NÉS PRÉFÈRENT-ILS LE VISAGE HUMAIN AUX AUTRES OBJETS ?

La recherche de l'inné dans la cognition humaine n'a jamais été une tâche simple. A la différence du monde auditif, les premiers contacts avec le monde visuel s'établissent à la naissance. Le son arrive aux oreilles du fœtus filtré et estompé. On pense néanmoins qu'à partir de ce signal appauvri, il arrive à discriminer des voix ou la mélodie de la langue parlée autour de lui. Au contraire, très peu de lumière touche les rétines du fœtus. En étudiant les capacités perceptives visuelles des nouveau-nés, on peut donc tenir l'expérience visuelle pour négligeable dans l'interprétation des résultats. Interroger les capacités de compréhension du monde visuel à un si jeune âge (parfois seulement quelques minutes après la naissance) se heurte néanmoins à l'état d'immaturation de l'appareil visuel périphérique. La sensibilité au contraste, par exemple, n'approche les valeurs adultes que vers huit mois, les hautes fréquences étant initialement moins bien perçues que les basses fréquences. Il se peut que ces limites physiologiques dissi-

Figure 1

Stimulus utilisés dans les différentes tâches de perception des visages. A : stimulus similaires à ceux utilisés par Johnson et al. [2]. B : en haut, deux visages qui diffèrent par leurs propriétés configurales (distance entre les yeux et entre le nez et la bouche) ; en bas, deux visages qui diffèrent par leurs caractéristiques locales (forme des yeux et de la bouche). C : continuum d'expressions faciales allant de la peur à la tristesse. D : la sclérotique blanche permet une détection facile de la direction du regard.



mulent le vrai état de maturité cérébrale en limitant les approches expérimentales. Le système visuel est néanmoins suffisamment développé à la naissance pour que le bébé, dans des conditions expérimentales appropriées (images bien contrastées, situées à une distance adéquate), puisse exécuter les tâches visuelles les plus diverses.

Si quelques minutes après la naissance seulement, on montre aux nouveau-nés le dessin schématique d'un visage (figure 1A) ou bien un dessin similaire mais où les éléments du visage (yeux, nez, bouche) ont été déplacés, les bébés suivent plus longtemps la configuration normale [2]. Ces résultats ont renforcé l'hypothèse de mécanismes innés orientant l'attention vers les objets ayant une importance biologique potentielle, comme ici le visage. Au vu de ces résultats, l'étude d'une autre tranche d'âge (cinq-six semaines) était surprenante, puisqu'un déclin des préférences pour le visage schématique normal était transitoirement observé avant qu'un comportement similaire à celui des nouveau-nés ne réapparaisse vers dix semaines [3]. Cette dynamique dans les préférences visuelles des nourrissons a mené Morton et Johnson à proposer l'existence de deux mécanismes utilisés successive-

ment pour la perception des visages. Un premier mécanisme serait basé sur des réseaux sous-corticaux (le colliculus supérieur et le pulvinar). Actif dès la naissance, il permettrait la détection et l'orientation de l'attention vers des stimulus qui ont des configurations similaires aux visages (appelés *config*, figure 1A). Une origine sous-corticale a été proposée pour ce mécanisme parce que la préférence pour les stimulus de type *config* se manifeste surtout dans des conditions auxquelles les systèmes sous-corticaux sont sensibles (quand les stimulus sont en mouvement ou présentés en position visuelle excentrique plutôt que centrale). Ce mécanisme est remplacé au cours du deuxième mois de vie par un autre, d'origine corticale. Ce moment de réorganisation cérébrale entraînerait au niveau du comportement une absence de préférences pour l'un ou l'autre des stimulus. Le mécanisme cortical, appelé *conlern*, permettrait l'acquisition et la mémorisation d'informations visuelles plus précises concernant l'identité ou les émotions des congénères.

L'existence d'un « détecteur » inné, spécifique aux configurations de type visage, n'est pas un fait généralement accepté. L'alternative est que cette préférence précoce pour le visage schéma-

tique normal n'est que la conséquence de mécanismes physiologiques plus généraux. Ainsi Turati et al. [4] soutiennent que les nourrissons ont une préférence pour tout stimulus ayant plus d'éléments dans sa partie supérieure, à cause de la représentation asymétrique au niveau du colliculus supérieur, des deux hémichamps visuels, supérieur et inférieur. De Schönen [5] estime que la mauvaise perception des hautes fréquences imposée par la vision périphérique est à l'origine de cette préférence. En effet, à la différence d'autres objets qui entourent le bébé, les visages sont moins affectés par ce filtre sensoriel, ce qui accroît leur saillance relative. D'autres chercheurs font l'hypothèse que les préférences des nouveau-nés sont dictées par la complexité des images et non par leur ressemblance aux visages : plus une image possède d'éléments, plus elle est regardée [6]. Est-ce donc que les visages acquièrent leur place privilégiée par chance, la chance d'avoir pu dépasser toutes les contraintes imposées par les premières étapes d'analyse visuelle ? Sans d'autres études, il est difficile actuellement de conclure pour ou contre le modèle configural inné proposé par Morton et Johnson [3]. Mais quelle que soit sa cause, cette orientation précoce vers les visages joue un rôle primordial dans l'établissement des premiers contacts avec l'entourage, permettant au bébé de s'orienter vers un congénère et d'accroître ainsi ses chances de recevoir de l'aide, s'il en a besoin.

LA PERCEPTION DES VISAGES S'AMÉLIORE PENDANT LES PREMIERS MOIS DE VIE

Un développement des capacités initiales est observable pendant les premiers mois de vie, mais il est difficile de trancher entre une maturation progressive de capacités déterminées génétiquement et l'effet d'un contact répété avec un certain type d'objet. Vers deux mois, les bébés sa-

vent très bien à quoi doit ressembler un visage, et on assiste à un affinement de leurs capacités, car ils ont désormais accès à des détails structurels ignorés auparavant et ils peuvent les mémoriser. Ils préfèrent ainsi le visage de leur mère à celui d'une autre femme. Cette préférence était déjà présente quelques jours après la naissance, mais elle était basée sur la reconnaissance des éléments externes du visage, contour de la tête et des cheveux [7]. A deux ou trois mois, la mère est reconnue même si elle a les cheveux couverts par un foulard [8]. Ils peuvent aussi reconnaître un visage avec lequel ils ont été familiarisés deux ou vingt-quatre heures auparavant, en se basant seulement sur les éléments internes. Ils peuvent le reconnaître même s'il leur est présenté dans une orientation différente de l'orientation initiale, ce qui témoigne de leur capacité à transformer mentalement les objets en trois dimensions [9].

Qu'en est-il de la singularité des visages parmi les autres objets ? A cet âge, les bébés arrivent très bien à mémoriser, discriminer ou catégoriser d'autres objets que les visages [10]. Néanmoins, il existe très peu d'études qui ont comparé directement les capacités perceptives des nourrissons pour les visages et les autres objets et qui donc pourraient démontrer une dissociation des mécanismes perceptifs entre ces deux catégories. Cette absence d'études est peut-être explicable par la difficulté qu'il y a de choisir des objets qui diffèrent des visages par leur structure mais qui leur sont similaires par leur degré de familiarité ou de complexité. En comparant les réponses à des jouets avec un visage humain et à des jouets non humains (un camion, par exemple), L. Bonatti [11] a montré une dissociation comportementale entre le traitement de ces deux types d'objets à dix mois. Dans cette étude, les bébés regardaient deux objets, l'un possédant un visage, l'autre non, sortir alternativement de derrière un écran. Si une fois l'écran enlevé, un seul des deux objets était présent, les bébés regardaient la scène significativement plus longtemps que si les deux objets initiaux étaient présents. Cela té-

moigne de leur surprise à ne voir qu'un seul objet alors qu'ils en attendaient deux. Néanmoins, si les deux objets étaient des jouets non humains, même extrêmement différents (comme un camion et un canard), les bébés n'étaient pas surpris de ne voir qu'un seul objet une fois l'écran ôté. Ils n'utilisaient donc pas les différences physiques entre ces objets pour inférer l'existence de deux entités indépendantes (1). Par contre, le jouet avec un visage humain était individualisable des autres objets. En partant de ces résultats, Bonatti a proposé un modèle qu'il appelle « l'homme en premier » (HFH pour human first hypothesis) qui permettrait aux bébés de séparer le monde des objets, en congénères et non-congénères. Selon Bonatti, ce système ne concernerait pas seulement la détection des visages mais aussi les autres indices d'une présence humaine et donnerait aux bébés accès à une série de connaissances associées à l'être humain. Par exemple, un humain a un corps, une odeur, une voix. Il est solide et se déplace en suivant les lois de la gravité. Il peut agir sur des objets, etc. L'identité des individus n'est pas cruciale pour ce système. Si les deux jouets successivement présentés avaient des visages humains, les bébés n'étaient pas surpris si un seul apparaissait quand l'écran était ôté, exactement comme dans le cas de deux objets non humains. Cela peut paraître surprenant, car à dix mois les bébés n'ont aucune difficulté à distinguer deux visages. Néanmoins, il y a des situations où il est plus important de détecter un membre de son espèce et donc un possible secours face à un danger que de reconnaître un individu particulier.

L'EXPÉRIENCE AVEC LES VISAGES INFLUENCE LES REPRÉSENTATIONS CÉRÉBRALES DÈS LA PREMIÈRE ANNÉE DE VIE

A l'âge adulte, nous distinguons plus facilement des individus appartenant à

notre environnement ethnique (« effet de l'autre ethnique ») [12]. Nous sommes également meilleurs pour individualiser deux humains que pour distinguer deux animaux de la même espèce entre eux, même quand ils appartiennent à une espèce proche comme les primates [13]. Il y a donc une influence de l'expérience avec un certain type de stimulus sur la façon dont nous analysons et représentons les visages. Une plasticité perceptive similaire a été mise en évidence dans le domaine du langage, puisque nous sommes moins performants avec les sons d'une autre langue qu'avec ceux de notre langue maternelle. Pour le langage, les effets de l'environnement linguistique sont visibles dès la première année de vie [14, 15]. Combien de temps faut-il pour que l'environnement visuel influence nos capacités de traitement des visages ?

En ce qui concerne l'effet d'espèce, neuf mois sont suffisants. Les bébés de neuf mois se comportent en effet comme des adultes et discriminent mieux deux visages humains que deux visages de singes. Au contraire, les bébés de six mois ne montrent pas d'effet d'espèce, car ils sont très bons pour distinguer les singes et ont les mêmes performances pour les deux espèces. Les différences de physionomie entre ethnies humaines sont beaucoup plus subtiles : variations de la forme de certains éléments du visage (forme des yeux, du nez) ou de la pigmentation. Pour le moment, le plus jeune âge auquel un effet de l'autre ethnique a été mis en évidence est de vingt-huit mois (Sangrigoli et de Schöen, à paraître). Dans cette étude, ce n'est pas seulement la reconnaissance directe des visages qui est mesurée, mais aussi, pour un meilleur contrôle expérimental, l'interaction entre l'ethnie et l'orientation du visage.

Une meilleure reconnaissance d'un objet dans sa position habituelle ou canonique par rapport à sa position inversée

(1) Les nourrissons ne confondent les deux objets que parce que ceux-ci sont présentés successivement et qu'ils n'ont donc jamais été vus ensemble. Si les deux objets sortent ensemble de chaque côté de l'écran, les nourrissons attendent bien deux objets une fois l'écran enlevé et sont surpris s'il n'y a qu'un seul objet.

porte le nom « d'effet d'inversion ». Chez l'adulte, cet effet est présent pour les visages et plus généralement pour les objets dont nous sommes experts, mais pas pour les autres objets, ni même pour des visages d'une autre espèce comme les singes [16]. L'effet d'inversion est ainsi un bon indicateur d'une analyse configurale. Sangrigoli et de Schönen obtiennent une interaction significative entre orientation et ethnie (c'est-à-dire que l'effet d'inversion est présent seulement pour les visages de l'ethnie environnementale, et pas pour les visages de l'ethnie étrangère) chez des enfants de vingt-huit mois, trois ans et cinq ans, mais pas chez des enfants plus jeunes (onze mois et dix-sept mois).

Quelle est l'interprétation de cet effet ? Nelson [17] estime que ce phénomène repose sur la construction d'une représentation moyenne, ou prototypique, calculée à partir des visages que l'on voit. Comparer deux visages revient à comparer leurs distances relatives d'avec le prototype. Si on passe la plupart du temps parmi des visages caucasiens, le prototype calculé sera très similaire à ces visages et il existera une très bonne graduation des différences autour du prototype. Par contre, la représentation des visages à distance du prototype sera grossière, et un visage asiatique, par exemple, très différent du prototype, sera mal discriminé d'un autre visage asiatique. Bien sûr, le phénomène s'inverse si le prototype est asiatique. Cette hypothèse est confortée par des résultats montrant que précocement les nourrissons intègrent les informations structurelles provenant de visages différents pour créer un visage moyen (capacité présente à trois mois mais pas à un mois) [18]. Dans cette étude, les bébés sont familiarisés avec quatre visages, puis on leur présente soit un visage moyen, construit en moyennant par ordinateur les visages vus pendant la phase de familiarisation, soit un des visages familiarisés. A trois mois, les bébés regardent plus le visage familiarisé que le visage moyen. Pourquoi ? A chaque fois qu'un bébé a vu un

des quatre visages pendant la familiarisation, il a construit un visage moyen. Il a donc en fait davantage « vu » le visage moyen que chacun des visages individuels. Le visage individuel est donc plus nouveau que le visage moyen et donc plus intéressant à regarder dans la phase de test. A un mois, les nourrissons regardent autant les deux visages présentés en test, indiquant qu'ils n'ont pas encore à cet âge la capacité de créer un prototype des visages vus.

Si les bébés apprennent à répondre de façon particulière à un type de visage, celui d'un humain parmi d'autres espèces, puis celui d'une ethnie particulière parmi d'autres ethnies, n'auraient-ils pas pu apprendre à répondre aux visages parmi d'autres objets à l'aide du même mécanisme, sans devoir s'appuyer sur des réseaux innés, spécialisés ? Néanmoins, si on regarde plus attentivement les données, on observe qu'il ne s'agit pas de l'acquisition de capacités supplémentaires pour les visages de notre environnement mais d'une perte de nos capacités à discriminer ceux qui sont rares. En effet, les bébés de six mois mais pas ceux de neuf mois distinguent les singes entre eux. Tous les visages seraient donc spéciaux au départ, puis la familiarité avec un certain type de visage entraînerait une perte de nos capacités pour les visages plus étrangers ou étranges.

Les premiers mois de vie voient de nombreuses transformations comportementales, notamment dans l'analyse des visages. Suite à la maturation des réseaux neuronaux sous-jacents mais aussi des organes des sens, ces capacités sont graduellement affinées. En plus des facteurs intrinsèques au système visuel, l'environnement (l'espèce et l'ethnie environnante) joue lui aussi un rôle modulateur. En parallèle avec le système linguistique, qui se spécialise pour la communication dans une langue particulière, le développement des mécanismes de perception des visages préparera le bébé pour l'interaction avec une population ayant un type de visage particulier, facilitant ainsi son intégration sociale.

LE VISAGE EST UN MÉDIATEUR DES INTERACTIONS SOCIALES

Une des raisons invoquées pour expliquer le rôle particulier des visages est leur importance dans les interactions sociales. La détection des visages et leur reconnaissance sont des capacités nécessaires mais sans aucun doute insuffisantes pour l'établissement des liens avec les autres membres d'une société. On abordera dans ce paragraphe deux autres aspects très importants de ce point de vue : premièrement la compréhension et l'expression des émotions et deuxièmement la capacité à détecter la direction de l'attention d'un congénère et à réorienter sa propre attention vers ce point.

L'expression du visage est un indicateur fiable de l'état émotionnel d'une personne. Reconnaître les expressions faciales nécessite l'observation et l'interprétation de déplacements ou de déformations subtiles des éléments du visage. Pourtant, les adultes sont généralement très bons et rapides pour accéder à cette information. Pour diminuer les erreurs d'identification des émotions, l'espace perceptif des expressions faciales est déformé. Cela a été mis en évidence en créant artificiellement un continuum d'expressions qui va d'une émotion à une autre, en les mélangeant en différentes proportions grâce à des techniques de morphing (voir figure 1D). Si on demande à des adultes de caractériser les expressions de cette série d'images, ils n'indiquent pas une graduation, mais un passage brusque d'une émotion à l'autre, comme si une frontière séparait les expressions faciales en deux catégories distinctes. Cette perception catégorielle est confirmée également par le fait que les sujets trouvent plus facile de discriminer les émotions des images situées d'un côté et de l'autre de la « frontière perceptive » émotionnelle que celles appartenant à la même catégorie [19].

Les bébés sont très tôt capables de dis-

tinguer certaines expressions faciales très distinctement marquées sur le visage : à trois mois, ils montrent une réponse de déshabitude au passage d'un visage heureux à un visage surpris mais ne réagissent pas au passage d'un visage heureux à un visage triste [20]. Cette distinction heureux-triste ne serait perceptible qu'après dix mois [21]. Ces performances sont-elles vraiment liées à une reconnaissance des émotions ou à la simple observation de différences physiques dans les visages présentés ? En effet, ce n'est pas avant sept mois qu'ils peuvent grouper ensemble différents visages partageant la même expression en ignorant les différences physiques liées à l'identité des personnes [22]. C'est vers sept mois également qu'ils commencent à manifester une perception catégorielle des expressions faciales comme les adultes [23]. Pourtant, dès deux mois, les nourrissons non seulement imitent les expressions faciales de leur vis-à-vis, ce qui pourrait être interprété éventuellement comme une réponse automatique, mais aussi réagissent d'une façon systématique et appropriée aux expressions que le visage de la mère affiche [24].

Les interactions mère-enfant sont décisives pour un bon développement affectif. Dans la dépression post-partum, ces interactions sont profondément affectées : les mères dépressives passent beaucoup moins de temps avec leurs bébés et, dans les quelques moments de rapprochement, elles manifestent peu d'expressions positives et plus d'expressions négatives que les mères non dépressives. A leur tour, les bébés des mères dépressives vont répondre beaucoup moins aux expressions faciales de l'autre et vont spontanément produire plus d'expressions négatives que positives [25]. Cela montre bien que, même s'ils sont capables de reconnaître et produire précocement des expressions faciales, les enfants peuvent perdre ces capacités si ces activités ne sont pas renforcées par un comportement approprié de la part de l'entourage.

Non seulement les expressions faciales indiquent l'état émotionnel d'un indivi-

du, mais le visage peut aussi indiquer les intentions de l'autre. La direction du regard et l'orientation de la tête et du corps sont de bons indicateurs de l'endroit où l'attention est dirigée. Les bébés sont sensibles à ces indices dès le plus jeune âge. Dès la naissance, les yeux sont les éléments du visage les plus explorés, et les bébés préfèrent les visages ayant les yeux ouverts. Des études longitudinales (de quatre à quinze ans) utilisant les potentiels évoqués ont mis en évidence des réponses plus fortes pour les yeux que pour les visages entiers [26]. L'amplitude des réponses évoquées par les yeux est plus forte dans la tranche d'âge quatre à neuf ans que dans la tranche d'âge neuf ans-adulte, alors que la réponse aux visages reste constante sur tout l'intervalle étudié. Existe-t-il donc un détecteur pour les yeux plus actif dans la première partie de la vie et qui permet les premiers contacts sociaux avec autrui ? Les yeux humains ont une morphologie unique dans le monde animal, à savoir un plus grand index d'exposition de la sclérotique, un grand ratio largeur/hauteur et la seule sclérotique blanche. Ces caractéristiques permettent une détection facile de la direction du regard, même à distance [27], ce qui fournit aux humains (surtout au bébé qui a une vision encore immature) un indice beaucoup plus fiable que la seule direction de la tête ou du corps pour indiquer la direction de l'attention. Il est donc très probable que des mécanismes de décryptage de cet indice se sont développés en parallèle avec le développement de la morphologie de l'œil et sont actifs très tôt dans l'existence. Farroni et al. [28] ont mesuré quelle était la préférence des nouveau-nés pour des visages ayant différentes orientations du regard. Ils observent que les nouveau-nés préfèrent le regard direct au regard détourné. Etre le centre de l'attention et établir des contacts avec l'autre est ce qui compte au départ. Avec le temps, l'envie d'explorer le monde extérieur gagne de l'intérêt. Vers six mois, les bébés vont détourner leur attention dans la direction du regard d'une autre personne [29] ; cette capaci-

té s'affine entre six et douze mois, et vers un an ils deviennent capables de localiser correctement l'objet regardé par l'autre [30].

Trouver l'objet d'intérêt est une information utile pour plusieurs raisons. La première est de prédire les intentions de l'autre vis-à-vis de cet objet : « S'il le regarde, il va peut-être agir dessus ». Une autre est la possibilité d'apprendre quelque chose sur l'objet en cause : « Si le visage affiche une expression de dégoût en regardant cet objet, il est sans doute conseillé de l'éviter par la suite ». Vers douze mois, les bébés savent que l'objet regardé est l'objet sur lequel l'autre va agir. Ils sont en effet surpris si l'inverse arrive (si un autre objet que celui regardé est attrapé par exemple). Vers la fin de la première année de vie, les bébés commencent à mieux coordonner leurs mouvements et leurs productions sonores. On dispose ainsi de plusieurs indices comportementaux pour tester leur compréhension de situations complexes. Si un objet intéressant est présent dans le champ visuel du bébé alors qu'un adulte qui se trouve à proximité regarde ailleurs, le bébé va intensément montrer l'objet et en même temps vérifier le changement de la direction du regard de l'autre. Si un mannequin remplace l'adulte, le pointage est beaucoup plus faible, indiquant que le bébé de cet âge fait bien la différence entre une personne et un objet inanimé, même s'ils sont très similaires physiquement [31]. Les bébés arrivent donc non seulement à calculer le point du regard d'autrui mais aussi à déduire à partir de cette information où se trouve focalisée l'attention du vis-à-vis. Ils savent aussi que si l'autre est une personne, on peut lui indiquer son propre point d'intérêt à l'aide du regard.

BASES CÉRÉBRALES DE LA PERCEPTION DES VISAGES

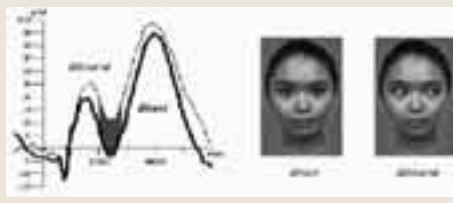
Quelles sont les régions cérébrales impliquées dans la perception des visages chez le nourrisson ? Trouve-t-on dans

les premiers mois de vie une organisation qui ressemble déjà en grandes lignes à celle de l'adulte, avec des régions comme le gyrus fusiforme droit sélectivement activées par les visages ? Avant que l'imagerie cérébrale puisse être utilisée chez le tout-petit, ces questions ont été étudiées indirectement, à l'aide d'études comportementales. Ainsi, on a essayé de mettre en évidence des différences entre les hémisphères dans leur façon d'analyser les visages. En présentant différents types de visages dans un hémichamp ou dans l'autre, donc à un hémisphère ou à l'autre, de Schönén et al. [32] ont observé des capacités distinctes : à quatre-cinq mois, l'hémisphère gauche semble plus sensible aux informations locales, comme les modifications morphologiques des éléments du visage (forme des yeux par exemple), alors que le droit répond plutôt aux changements concernant les positions relatives de ces éléments, donc aux informations configurales (figure 1B). Cette dissociation n'est néanmoins pas limitée aux visages. Les différences entre hémisphère gauche et hémisphère droit ont été retrouvées pour d'autres objets. Dans la seule étude d'imagerie faite chez de jeunes nourrissons, en TEP, Tzourio-Mazoyer et al. [33] ont constaté chez des bébés de deux mois une activation plus importante pour des visages que pour des diodes lumineuses dans le cortex inféro-temporal droit. Comme ces deux types de stimulus visuels sont extrêmement différents, il est difficile de savoir si cette réponse latéralisée à droite est spécifique aux visages. Néanmoins, il est intéressant de retrouver, activée à ce jeune âge, la région qui chez l'adulte a une réponse très spécialisée pour les visages.

La technique des potentiels évoqués, beaucoup plus facile à employer, a permis de suivre la maturation des réponses pour les visages. Chez l'adulte, il faut environ 200 ms pour que l'information visuelle arrive au cortex fusiforme [35]. A ce moment, on observe au niveau du scalp une composante occipito-temporale négative, bilatérale, connue dans la littérature comme la N170. En redés-

Figure 2

Potentiels évoqués par des visages ayant un regard direct ou un regard détourné chez des nourrissons de quatre mois. Les deux courbes divergent significativement 200 ms après le début de présentation de l'image, la N1 étant plus ample pour le regard direct. Si les visages sont présentés à l'envers, il n'y a pas de différence entre les deux orientations du regard [34].



pendant dans le temps, de l'âge adulte vers l'enfance, Taylor et Baldewug [36] observent un ralentissement de ce pic : 270 ms vers quatre ans jusqu'à 300-350 ms vers trois mois [37]. Ce délai est probablement lié à la myélinisation réduite des voies axonales et à la faible densité synaptique initiale. L'existence d'une asymétrie droite-gauche concernant le traitement global ou local des visages n'a pas encore été abordée avec cette technique. L'imagerie cérébrale en général n'en est qu'à ses premiers pas dans l'étude du développement du cerveau, les années à venir vont sûrement clarifier beaucoup d'aspects relatifs à ce domaine.

LA PERCEPTION DES VISAGES PEUT ÊTRE AFFECTÉE SÉLECTIVEMENT DANS LES CAS PATHOLOGIQUES

L'étude de cas pathologiques complète les études d'imagerie cérébrale pour nous permettre de comprendre l'architecture des réseaux impliqués dans la perception des visages. Si des réseaux spécialisés pour les visages existent, leur lésion précoce devrait entraîner des déficits dans le domaine de la perception des visages ou, encore mieux, dans

un sous-domaine, celui de la reconnaissance des individus ou bien des expressions faciales. C'est le cas de l'adulte chez lequel une prosopagnosie apparaît suite à des lésions du cortex temporal ventral, localisées généralement dans le gyrus fusiforme droit [38].

Très peu de cas de prosopagnosie développementale ont été rapportés. Un adulte qui ne peut plus reconnaître un visage se rappelle qu'il pouvait le faire, et donc se plaint d'un déficit par rapport à ses performances antérieures, mais quelle serait la plainte d'un enfant qui n'a jamais pu reconnaître un visage ? Comment saurait-il que sa perception est anormale ? Les rares études qui regardent les performances des adultes/enfants ayant souffert d'une lésion précoce décrivent des atteintes plus générales dans le domaine de la vision, mais quelques cas avec des atteintes plus sélectives concernant seulement les visages, ont également été rapportés [39]. Utilisant une approche prospective, Mancini et al. [40] ont étudié les effets des lésions périnatales unilatérales sur les performances ultérieures. Testés entre cinq et quatorze ans, la plupart de ces enfants manifestent des déficits mineurs mais qui ne sont jamais limités aux visages. L'absence de déficits sélectifs ne contredit pas nécessairement l'hypothèse innéiste, car une très grande plasticité cérébrale et l'utilisation des stratégies alternatives pourraient aussi mener à de bonnes performances. Les performances visuelles d'enfants ayant eu une cataracte congénitale opérée deux à six mois après la naissance, donc aveugles pendant les premiers mois de vie, sont généralement bonnes. Néanmoins, ces enfants sont moins bons que les sujets contrôles dans des tâches qui impliquent des analyses configurales : comparer des visages qui diffèrent seulement par la distance entre les éléments internes (figure 1B) ou reconnaître un visage sous différentes orientations [41]. Mais ce qui attire l'attention dans cette étude est que, dans les mêmes tâches d'analyse configurale, ils sont meilleurs pour des objets de complexité analogue que pour

les visages. Il semble donc que le contact visuel précoce avec les objets soit important pour le développement des capacités perceptives ultérieures, et que cette exposition précoce affecte plus les visages que les autres objets. Cela ne peut être expliqué qu'en acceptant l'existence d'une dissociation au niveau des réseaux de traitement des visages et des autres objets.

Des déficits limités aux visages sont rapportés dans l'autisme. Les problèmes sont ici de deux ordres, perceptif et lié aux interactions sociales. Ces patients discriminent les visages en se basant plus sur les informations locales que les sujets normaux et ils échouent dans des tâches où seules les informations globales sont disponibles [42]. Ils donnent une plus grande importance à la bouche et non pas aux yeux comme les sujets contrôles. Ils sont aussi moins rapides à apprendre un nouveau visage. Dans une étude rétrospective des comportements des enfants autistes et des enfants contrôles pendant une fête d'anniversaire, on observe que les enfants autistes ont manifesté un intérêt réduit pour les visages des autres personnes et ont moins interagi avec les autres alors que les enfants contrôles ont fait beaucoup plus de gestes de pointage vers les objets pour attirer l'attention et ont répondu plus souvent aux indices de direction des autres [43]. Du point de vue de la question posée dans cet article, il est important de connaître la dynamique temporelle de ces deux aspects du déficit, lequel est l'œuf et lequel est la poule ? La théorie nativiste prédit une préférence du déficit perceptif. A cause du fonctionnement inapproprié des réseaux dédiés tôt dans la vie à la perception des visages, ces stimulus deviennent incompréhensibles et donc l'interaction sociale est rendue difficile. Par exemple, l'incapacité de calculer la position du point fixé par le regard de l'autre pourrait expliquer pourquoi les autistes ne s'intéressent pas à cet indice et qu'ils regardent très peu les yeux. Grelotti et al. [44] avancent plutôt une autre possibilité. Selon eux, les autistes n'arrivent pas à acquérir une capacité

d'analyse configurale des visages parce que leur manque d'intérêt envers ce type de stimulus visuel empêche un contact suffisamment fréquent avec eux. Cette « absence d'intérêt » pourrait très bien être identifiée à un problème au niveau du mécanisme sous-cortical, inné, d'orientation vers le visage proposé par Johnson et Morton. Mais Grelotti et al. [44] situent le déficit ailleurs, au niveau de la mise en relation des aspects structurels du visage avec leur signification sociale. D'après eux, les enfants autistes n'arrivent pas à comprendre que l'objet regardé est un potentiel objet du désir de l'autre ou bien qu'une expression de chagrin correspond mieux au mal physique de l'autre qu'une expression gaie. L'amygdale est proposée comme lieu de convergence de ces informations [45], mais on a encore peu d'évidence que ce soit là que se situe le noyau des problèmes chez les autistes.

CONCLUSIONS

L'ensemble des études passées en revue permet d'apporter des réponses aux questions posées en introduction. Oui, le bébé, même très jeune, reconnaît le visage de sa mère, au départ aidé par d'autres stimulations co-occurentes (la chevelure, la voix, les odeurs) et, vers deux mois, même en l'absence de ces indices. Il comprend aussi les expressions des visages et sait y répondre en retour. Quant au désir de communiquer, il n'y a pas de doutes, le petit homme comprend très vite l'importance des relations sociales et le fait que c'est par leur intermédiaire qu'il acquiert des informations très utiles.

Les mécanismes qui mènent au développement de ces capacités restent néanmoins controversés. Comme on l'a vu, l'inné et l'environnement contribuent en parallèle pour donner aux visages une place à part. Néanmoins, on ne sait pas encore précisément quels sont les aspects de l'analyse des visages pour lesquels l'expérience est indispensable. Cette expérience est sans doute utile pour la meilleure reconnaissance de sa propre ethnie, mais l'est-elle pour

la reconnaissance des individus particuliers, comme les cas de cataracte congénitale le suggèrent ? Il reste à savoir aussi si c'est le visage qui a un statut particulier ou bien l'homme en général, avec tous ses attributs, comme Bonatti l'a proposé ? Quelles hypothèses sont soutenues par l'architecture cérébrale sous-jacente ? L'utilisation des techniques d'imagerie cérébrale en parallèle avec les études de cas pathologiques va certainement résoudre ces questions dans un futur proche.

Même sans être en possession de toutes les réponses, en révisant la littérature sur la perception des visages on ne peut que s'étonner de la grande capacité du cerveau à mettre en place très rapidement des mécanismes très spécifiques, permettant au petit homme de s'intégrer dans la société et de profiter au maximum des interactions avec les autres membres de son espèce. □

Bibliographie

- [1] KANWISHER N., MCDERMOTT J., CHUN M.M. : « The fusiform face area : a module in human extrastriate cortex specialized for face perception », *Journal of Neuroscience*, 1997 ; 17 : 4302-11.
- [2] JOHNSON M., DZIURAWIEC S., ELLIS H., MORTON J. : « Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline », *Cognition*, 1991 ; 40 : 1-19.
- [3] MORTON J., JOHNSON M.H. : « Conspic and Conclern : a two process theory of infant face recognition », *Psychological Review*, 1991 ; 98 : 164-81.
- [4] TURATI C., SIMION F., MILANI C., UMLITA I. : « Newborns' preference for faces : what is crucial ? », *Developmental Psychology*, 2002 ; 38 : 875-82.
- [5] DE SCHONEN S. : « Neurobiology of mental development, brain and environment : example of face recognition », *Bull. Mem. Acad. R. Med. Belg.*, 2001 ; 156 : 195-209.
- [6] Easterbrook M., Kisilevsky B.S., Hains S.M., Muir D.W. : « Face-ness or complexity : evidence from newborn visual tracking of face-like stimuli », *Infant Behavior and Development*, 1999 ; 22 : 17-35.
- [7] PASCALIS O., DE SCHÖNEN S., MORTON J., DERUELLE C., FABRE-GRENET M. : « Mother's face recognition in neonates : a replication and an extension », *Infant Behavior and Development*, 1995 ; 18 : 79-86.
- [8] MORTON J. : « Mechanisms of infant face processing », in DE BOYSSON-BARDIES B.S., JUSCZYK P., MCNEILAGE P., MORTON J. : *Developmental neurocognition speech and face processing in the first year of life*, London, Kluwer Academic Publishers, 1993 ; p. 93-102.
- [9] PASCALIS O., DE HAAN M., NELSON C.A., DE SCHÖNEN S. : « Long-term recognition memory for faces assessed by visual paired comparison in 3- and 6-month-old infants », *J. Exp. Psychol. : Learn. Mem. Cogn.*, 1998 ; 24 : 249-60.
- [10] MARESCHAL D. QUINN P. : « Categorisation in infancy », *Trends in cognitive Sciences*, 2001 ; 5 : 443-50.
- [11] BONATTI L., FROT E., ZANGL R., MEHLER J. : « The Human First Hypothesis : identification of conspecifics and individuation of objects in the young infant », *Cognitive Psychology*, 2002 ; 44 : 388-426.

[12] BRIGHAM J.C., ELLIS H.D., JEEVES M.A., NEWCOMBE F., YOUNG A. : «The influence of race on face recognition», *Aspects of Face Processing*, 1986 ; Dordrecht : Martinus Nijhoff Publishers, 1986 ; p. 170-7.

[13] PASCALIS O., DE HAAN M., NELSON C.A. : «Is face processing species-specific during the first year of life ?», *Science*, 2002 ; 296 : 1321-3.

[14] WERKER J., GILBERT J.H., HUMPHREY K., TEES R.C. : «Developmental aspects of cross-language speech perception», *Child Development*, 1981 ; 52 : 340-55.

[15] KUHL P. : «A new view of language acquisition», *PNAS*, 2000 ; 97 : 11850-7.

[16] WRIGHT A., ROBERTS W.A. : «Monkey and human face perception : inversion effect for human faces but not for monkey faces or scenes», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1996 ; 8 : 278-90.

[17] NELSON C. : «The neuropsychology of face processing during infancy and childhood», in NELSON C., LUCIANA M. : *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*, MIT Press, 2001.

[18] DE HAAN M., JOHNSON M.H., MAURER D., PERETT D. : «Recognition of individual faces and average face prototype by 1- and 3-month-old infants», *Cognitive Development*, 2001 ; 16 : 659-78.

[19] YOUNG A.W., ROWLAND D., CALDER A.J., ECTOFF N.L., SETH A., PERRETT D.I. : «Facial expression megamix : tests of dimensional and category accounts of facial expression recognition», *Cognition*, 1997 ; 63 : 271-313.

[20] YOUNG-BROWNE G., ROSENFELD H.M., HOROWITZ F.D. : «Infant discrimination of facial expressions», *Child Development*, 1977 ; 48 : 555-62.

[21] LUDEMANN P. : «Generalized discrimination of positive facial expression by seven and ten-month old infants», *Child Development*, 1991 ; 62 : 55-67.

[22] DE HAAN M., NELSON C. A. : «Discrimination and categorization of facial expressions of emotion during infancy», in SLATER A. : *Perceptual Development*, Hove, UK, Psychology Press,

1998 ; p. 287-309.

[23] KOTSONI E., DE HAAN M., JOHNSON M.H. : «Categorical perception of facial expressions by 7-month-old infants», *Perception*, 2001 ; 30 : 1115-25.

[24] FIELD T., WOODSON R., GREENBERG R., COHEN D. : «Discrimination and imitation of facial expression by neonates», *Science*, 1982 ; 218 : 179-81.

[25] LUNDY B., FIELD T., PICKENS J. : «Newborns of mothers with depressive symptoms are less expressive», *Infant Behaviour and Development*, 1996 ; 19 : 419-24.

[26] TAYLOR M.J., EDMONDS G.E., MCCARTHY G., ALLISON T. : «Eyes first ! Eye processing develops before face processing in children», *Neuroreport*, 2001 ; 12 : 1671-6.

[27] KOBAYASHI H., KOHSHIMA S. : «Unique morphology of the human eye», *Nature Neuroscience*, 1997 ; 387 : 767-8.

[28] FARRONI T., CSIBRA G., SIMION F., JOHNSON M. : «Eye contact detection in humans from birth», *PNAS*, 2002 ; 99 : 9602-5.

[29] BUTTERWORTH G., COCHRAN E. : «Towards a mechanism of joint visual attention in human infancy», *International Journal of Behavioral Development*, 1980 ; 3 : 253-72.

[30] BUTTERWORTH G., GROVER L. : «The origins of referential communication in human infancy», in WEISKRANTZ L. : *Thought without language*, Oxford, Clarendon, 1988.

[31] LEGERSTEE M., BARILLAS Y. : «Sharing attention and pointing to objects at 12 months : is the intentional stance implied ?», *Cognitive Development*, 2003 ; 18 : 91-110.

[32] DE SCHONEN S., GIL DE DIAZ M., MATHIVET E. : «Hemispheric asymmetry in face processing in infancy», in ELLIS H. D., JEEVES M.A., NEWCOMBE F., YOUNG A. : *Aspects of face processing*, Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers, 1986 ; p. 199-209.

[33] TZOURIO-MAZOYER N., DE SCHONEN S., CRIVELLO F., REUTTER M., AUJARD Y., MAZOYER B. : «Neural correlates of woman face processing by 2 month-olds infants», *NeuroImage*, 2002 ; 15 : 454-61.

[34] FARRONI T., CSIBRA G., JOHNSON M. : «The perception of

human gaze in infants», *CNS Meeting 2003*, New York.

[35] ALLISON T., PUCE A., SPENCER D.D., MCCARTHY G. : «Electrophysiological studies of human face perception. I. Potentials generated in the occipitotemporal cortex by face and non-face stimuli», *Cerebral Cortex*, 1999 ; 9 : 415-30.

[36] TAYLOR M.J., BALDEWEG T. : «Application of EEG, ERP and intracranial recordings to the investigation of cognitive function in children», *Developmental Science*, 2002 ; 5 : 318-34.

[37] HALIT H., DE HAAN M., JOHNSON M.H. : «Cortical specialization for face processing : face-sensitive event-related potential components in 3- and 12-month-old infants», *NeuroImage* (in press).

[38] DAMASIO A., DAMASIO H., VAN HOESEN G.W. : «Prosopagnosia : anatomical basis and behavioral mechanisms», *Neurology*, 1982 ; 32 : 331-41.

[39] BENTIN S., DEOUELL L.Y., SOROKER N. : «Selective visual streaming in face recognition : Evidence from developmental prosopagnosia», *Neuroreport*, 1999 ; 10 : 827-32.

[40] MANCINI L., DE SCHONEN S., DERUELLE C., MASSOULIER A. : «Face recognition in children with early left or right brain damage», *Dev. Med. Child Neurol*, 1994 ; 36 : 156-66.

[41] LE GRAND R., MONDLOCH C.J., MAURER D., BRENT H.P. : «Early visual experience and face processing», *Nature Neuroscience*, 2001 ; 410 : 890-92.

[42] JOSEPH R.M., TANAKA J. : «Holistic and part-based face recognitions in children with autism», *J. Child Psychol. Psychiatry*, 2003 ; 44 : 529-42.

[43] OSTERLING J., DAWSON G. : «Early recognition of children with autism : a study of first birthday home videotapes», *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1994 ; 24 : 247-57.

[44] GRELOTTI D., GAUTHIER I., SCHULTZ R.T. : «Social interest and the development of cortical face specialisation : what autism teaches us about face processing», *Dev. Psychobiol.*, 2002 ; 40 : 213-25.

[45] ADOLPHS R., SEARS L., PIVEN J. : «Abnormal processing of social information from faces in autism», *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2001 ; 13 : 232-40.

ÉCOSYSTÈME

Effet barrière favorisé ⁽¹⁾
&
Système immunitaire
intestinal stimulé ⁽¹⁾

L'ALLIÉ DE
L'ÉCOSYSTÈME

Gallia
CALISMA



Le lait maternel est l'aliment idéal du nourrisson : il est le mieux adapté à ses besoins spécifiques. Une bonne alimentation de la mère est importante pour la préparation et la poursuite de l'allaitement au sein. L'allaitement mixte peut gêner l'allaitement maternel et il est difficile de revenir sur le choix de ne pas allaiter. En cas d'utilisation d'un lait infantile, lorsque la mère ne peut ou ne souhaite pas allaiter, il importe de respecter scrupuleusement les indications de préparation et d'utilisation et de suivre l'avis du corps médical. Une utilisation incorrecte pourrait présenter un risque pour la santé de l'enfant. Les implications

(1) Stimulation of endogenous bifidobacteria and enhancement of the intestinal immune response with a new fermented infant formula, FFC50, in infants aged 0 to 4 months: results of a double blind randomised study. M.B. Romond, H. Thibault, O. Kremp, C. Gontier, J.P. Blureau. 2001. *Annals of Nutrition & Metabolism*, p558, vol 45 sup 1.

LABORATOIRE Gallia