

1) Sur l' « instinct maternel », d'après Craig Kinsley et Kelly Lambert, *Pour la science*, 2006

Kinsley & Lambert, *Pour la Science*, 2006 (extraits)

« Qu'est-ce que l' "instinct maternel" ? Comment une femme devient-elle une mère ? Chez presque tous les mammifères, du rat à l'homme en passant par le singe, le comportement des femelles évolue au cours de la gestation et de la maternité. Avant d'être **mère**, les femelles sont indépendantes et se consacrent à leurs propres besoins et à leur survie, mais elles se vouent entièrement à leurs petits dès leur naissance. [...]

Existe-t-il des zones cérébrales particulièrement impliquées dans le comportement maternel ? [...] Quand on leur propose de la cocaïne ou des nouveau-nés, les rates choisissent toujours les petits. Craig Ferris [...] a récemment étudié le cerveau de rates allaitantes par imagerie par résonance magnétique [...]. Il a découvert que l'activité du noyau accumbens, un centre d'intégration et de renforcement de la récompense, augmente lorsque la mère allaite ses petits. Par ailleurs, quand une souris mère peut appuyer sur une barre pour que des petits tombent dans sa cage, elle ne s'arrête pas avant que la cage soit pleine de petits souriceaux roses. [...] Jeffrey Lorberbaum, à la Faculté de médecine de l'Université de Caroline du Sud, a examiné par IRMf le cerveau de mères écoutant les pleurs de leur bébé : l'aire préoptique médiane de l'hypothalamus et les cortex frontal et orbitofrontal s'activent. Qui plus est, Andreas Bartels et Semir Zeki, du Collège universitaire de Londres, ont montré que les aires cérébrales qui régulent la récompense s'activent dès que les mères humaines regardent leur

enfant. [...] Michael et Marilyn Numan à Boston ont montré que, dans l'hypothalamus, l'aire préoptique médiane joue un rôle notable ; une lésion de cette aire ou une injection de morphine dans cette zone perturbe l'attitude maternelle **des rates**. D'autres aires cérébrales sont aussi impliquées [renvoi à un encadré intitulé « Des hormones qui remodelent le cerveau », où l'on peut notamment lire : « Pendant la grossesse, les ovaires et le placenta produisent de grandes quantités d'estrogènes et de progestérone, les hormones féminines de la reproduction »] ; elles contiennent toutes de nombreux récepteurs aux hormones et à d'autres substances neurochimiques. **Selon Paul MacLean**, [...], les circuits nerveux reliant le thalamus [...] et le cortex cingulaire, qui contrôle les émotions, constituent une part importante du système de régulation de l'instinct maternel. [...]

Au milieu des années 1990, Lori Keyser, dans le laboratoire de l'un d'entre nous (Craig Kinsley) à l'Université de Richmond, montra que le volume des corps cellulaires de neurones de l'aire préoptique médiane des rates augmente durant la gestation. De plus, le nombre et la longueur des dendrites (les prolongements des corps cellulaires qui reçoivent des signaux nerveux) augmentent à mesure que la grossesse progresse. On observe les mêmes changements chez des rates nullipares traitées avec de la progestérone et de l'estradiol [...] ; ce mélange reproduit les conditions normales d'une gestation.

Les hormones de la grossesse stimuleraient les neurones de l'aire préoptique médiane afin d'anticiper les besoins liés à la maternité : les neurones permettraient à la mère de disposer de toute la panoplie des comportements maternels nécessaires pour nourrir et protéger ses petits. »

Jean-François Bouvet, Flammarion, 2012

« Comment une femme devient-elle mère ? [...] Qu'est-ce que l'"instinct maternel" ? Chez presque tous les mammifères, du rat à l'homme en passant par le chimpanzé, gestation et maternité se traduisent par un changement radical de comportement. Avant d'être **mère**, les femelles se consacrent à leurs propres besoins ; dès la naissance de leurs petits, elles se vouent prioritairement à

eux. [...] Quand une mère souris peut actionner un dispositif qui fait tomber des petits dans sa cage, elle ne s'arrête que lorsque celle-ci est pleine de souriceaux roses. Quand elles ont à choisir entre cocaïne et nouveau-nés, les rates préfèrent toujours les seconds. Et quand elles allaitent, l'IRMf montre qu'il y a activation de leur noyau accumbens, une zone [...] appartenant au circuit de la récompense. Un circuit activé chez la femme par le simple fait de voir une photo de son enfant, comme l'ont montré en 2004 Andreas Bartels et Samir Zeki, du collège universitaire de Londres. [...]. Dans le comportement maternel, l'aire préoptique médiane de l'hypothalamus ([...]) apparaît particulièrement impliquée. Grâce à des études en IRMf réalisées à la faculté de médecine de l'université de Caroline du Sud, Jeffrey Lorberbaum a pu observer qu'elle s'activait lorsque les mères entendaient les pleurs de leur bébé.

Sur le plan anatomique, Lori Keyser, de l'université de Richmond (Virginie), montrait au milieu des années 1990 que, chez les rates, la taille des neurones (cellules nerveuses) de cette aire augmentait pendant la gestation, et que ces neurones multipliaient leurs prolongements, favorisant ainsi l'établissement de multiples connexions.

Corrélativement, Michael et Marilyn Numan, à Boston, observaient qu'une lésion de cette aire de l'hypothalamus perturbait le comportement maternel [Rem : « **des rates** » "oublié"]. Des études indiquent que d'autres zones cérébrales – par exemple le cortex cingulaire, zone corticale contrôlant les émotions, sont également impliquées. Ces aires cérébrales [...] ont pour point commun de contenir de nombreux récepteurs d'hormones. Or, pendant la grossesse, ovaires et placenta produisent de grandes quantités d'estrogènes et de progestérone, hormone féminine de la reproduction.

Et il s'avère que l'administration de ces hormones à des rates non gestantes reproduit les effets de la gestation sur les neurones de l'aire préoptique médiane (augmentation de leur taille et multiplication de leurs prolongements).

Ainsi, en remodelant certaines zones cérébrales, le "bain hormonal" de la grossesse devancerait les exigences de la maternité et orienterait la future mère vers un panel de comportements adaptés à la prise en charge de ses petits.

2) Sur la chute de testostérone liée à la paternité, d'après Bénédicte Salthun-Lassalle, *PourLaScience.fr*, 2011

Bénédicte Salthun-Lassalle, *PourLaScience.fr*, 2011

« La testostérone est l'hormone sexuelle mâle par excellence, sécrétée surtout par les testicules [...] Chez l'être humain, on constate aussi une sécrétion moindre de testostérone chez les pères. Mais l'explication restait controversée : les hommes ayant moins de testostérone ont-ils plus de chances d'avoir des enfants, ou est-ce parce qu'ils deviennent pères que leur concentration en testostérone diminue ? Lee Gettler, de l'Université Northwestern dans l'Illinois, et ses collègues ont tranché : c'est la paternité qui diminue la sécrétion de testostérone.

Pour arriver à cette conclusion, les scientifiques ont mesuré la concentration de testostérone dans la salive de 624 hommes célibataires aux Philippines et les ont suivis pendant quatre ans et demi (de 2005 à 2009). Environ un tiers des participants ont débuté une relation amoureuse stable durant cette période et sont devenus pères pour la première fois. Dès que ces hommes devenaient pères, ils sécrétaient environ 30 pour cent de testostérone en moins ; la concentration devenait même inférieure à celle des hommes restés célibataires, chez qui le niveau de testostérone était plus faible au début de l'étude. En outre, la diminution de la concentration en testostérone était d'autant plus importante que la durée des soins paternels prodigués au nourrisson et à l'enfant était plus longue. Les participants s'occupant de leur enfant plus de trois heures par jour sécrétaient moins de testostérone que les autres pères moins présents. La chute de la testostérone est donc liée au fait de s'occuper d'un enfant. Cette baisse favoriserait la relation père-enfant.

À l'instar de l'instinct maternel qui présente de nombreuses modifications hormonales quand une femme devient mère, l'instinct paternel a-t-il un ancrage hormonal ?

Quoi qu'il en soit, cette étude montre que la biologie d'un homme peut changer pour répondre aux exigences de la paternité. »

Jean-François Bouvet, Flammarion, 2012

« A l'instar de la maternité, la paternité s'accompagne-t-elle de changements dans la sécrétion d'hormones ? [...] »

On constate effectivement chez les pères une moindre concentration de testostérone, hormone mâle par excellence sécrétée surtout par les testicules. Mais faut-il en déduire que devenir père fait chuter le taux de testostérone... ou que les hommes ayant moins de testostérone ont plus de chances d'avoir des enfants ? La question a fait l'objet de controverses jusqu'en 2011, année où elle a été tranchée par Lee Gettler (université Northwestern, Illinois) et ses collègues à l'issue d'une longue étude initiée en 2005 : c'est bien la paternité qui diminue la sécrétion de testostérone.

Pour parvenir à cette conclusion, il leur a fallu suivre pendant plus de quatre ans 624 hommes célibataires vivant aux Philippines – en l'occurrence étudier l'évolution de leur concentration salivaire de testostérone. Durant cette période, environ un tiers d'entre eux ont établi une relation amoureuse stable, et connu pour la première fois les joies de la paternité. L'étude a confirmé qu'à partir du moment où ces hommes devenaient pères, leur sécrétion de testostérone chutait d'environ 30 %. La concentration mesurée s'avérait inférieure à celle d'hommes restés célibataires chez lesquels le niveau de testostérone était initialement moins élevé que le leur. Mais le fait notable révélé par cette étude est que la diminution de la concentration de testostérone apparaissait d'autant plus marquée que le temps consacré à l'enfant était plus important : les hommes prodiguant des soins paternels plus de trois heures par jour sécrétaient moins de testostérone que les pères dont l'implication était moindre. La chute du niveau de testostérone semble donc bel et bien liée au fait de s'occuper d'un enfant. Cela dit, les auteurs omettent de prendre en compte la possibilité qu'un faible taux de testostérone favorise une forte implication. Autrement dit, rien ne permet de prouver que c'est bien l'importance du temps consacré aux enfants qui induit une diminution de cette hormone, et non l'inverse. Toujours est-il que l'on voit se dessiner là une différence essentielle entre homme et femme pour ce qui est des fluctuations des taux d'hormones sexuelles, liées au rapport à l'enfant : chez la femme, c'est le bain hormonal de la grossesse qui la prépare aux futures exigences de la maternité ; chez l'homme, c'est la paternité, le contact avec l'enfant, qui déclenche la variation hormonale. [...]

Quoi qu'il en soit, l'étude de Lee Gettler et de ses collègues montre que la biologie d'un homme se modifie lorsqu'il devient père. De quoi sans doute lui permettre de mieux répondre aux exigences de la néopaternalité. »

Rem : outre qu'il n'a fait cette fois-ci qu'un effort très minime de maquillage de son plagiat, J-F. Bouvet ne s'est semblé-t-il pas donné la peine de lire l'étude car il aurait sinon (?) au moins corrigé au moins l'une des erreurs factuelles grossières figurant dans le texte plagié : l'échantillon complet (ayant servi aux auteurs pour tester plusieurs hypothèses) contenait bien 624 hommes, mais non « 624 hommes célibataires » ; seules les données de 548 hommes ont été utilisées par les auteurs, et parmi eux 465 seulement étaient célibataires.

3) Sur certaines différences anatomiques et leur lien éventuel avec des différences cognitives, d'après Cahill (2011)

Larry Cahill, *Cerveau & Psycho – L'essentiel*, 2011

« Ces progrès ont été confortés au cours des dix dernières années par l'usage croissant de techniques d'imagerie élaborées [...] Ces techniques d'imagerie ont révélé des variations anatomiques dans diverses régions cérébrales. Par exemple, en 2001, Jill Goldstein et ses collègues de la Faculté de médecine Harvard ont utilisé l'IRM pour évaluer la taille de nombreuses régions corticales et sous-corticales (voir l'encadré page 32). Ils ont découvert que certaines parties du cortex frontal, le siège de nombreuses fonctions cognitives supérieures, sont plus volumineuses chez les femmes que chez les hommes, tout comme certaines régions du cortex limbique, impliqué dans les émotions. Au contraire, certaines régions du cortex pariétal en jeu dans la perception spatiale, **ainsi que l'amygdale cérébrale, une structure en forme d'amande intervenant dans les réactions aux émotions(*)**, sont plus volumineuses chez les hommes. Ces différences de taille sont relatives : elles se réfèrent au volume de la structure par rapport au volume total du cerveau. [...] »

D'autres recherches ont révélé des différences au niveau cellulaire. Par exemple, en 1995, Sandra Witelson et ses collègues de l'Université McMaster, à Hamilton, au Canada, ont mis en évidence une plus forte densité de neurones dans certaines régions du cortex temporal associées au traitement et à la compréhension du langage chez les femmes. [...] Des résultats similaires ont été rapportés pour le lobe frontal [pas de référence citée].

Plus récemment, en 2006, l'équipe d'Elizabeth Sowell et Arthur Toga, de l'Université de Californie à Los Angeles, a trouvé en IRM que le cortex temporo-pariétal inférieur était en moyenne plus épais (de 0,45 millimètres) **chez les femmes que chez les hommes, parmi 176 sujets** âgés de 7 à 87 ans. [...] »

+ Parmi les quatre références de la bibliographie fournie page 33 figure L. Alonso-Nanclares et al., Gender differences in human cortical synaptic density, *PNAS*, 2008,

article publié par une équipe espagnole. Les auteurs y rapportent avoir observé, dans un échantillon de tissus postopératoires issus de **8 patients souffrant d'épilepsie pharmaco-résistante consécutive à des altérations de l'hippocampe**, que la densité synaptique moyenne des 4 hommes était supérieure à celle des 4 femmes dans le néocortex temporal.

Jean-François Bouvet, Flammarion, 2012

« Existe-t-il aussi des différences anatomiques entre cortex d'homme et de femme chez l'adulte ? Grâce à des études récentes utilisant des techniques permettant de visualiser en détail l'intérieur de la boîte crânienne, telle celle de l'Américaine Jill Goldstein à Harvard (2001), on sait désormais que la réponse est oui. [...] En utilisant l'IRM, [...], Jill Goldstein, professeure de psychiatrie et de médecine à l'université Harvard, et ses collègues ont pu comparer le volume de régions cérébrales chez 27 hommes et 21 femmes. [...] Les chercheurs se sont intéressés à 45 régions cérébrales différentes, corticales ou sous-corticales : dans plusieurs zones, ils ont pu noter l'existence de différences entre les sexes, en se référant au volume des structures par rapport à celui du cerveau. Ainsi, par exemple, certaines parties du cortex frontal, siège de nombreuses fonctions cognitives supérieures, sont plus développées chez les femmes que chez les hommes. En revanche, des régions du cortex pariétal impliquées dans la perception spatiale apparaissent plus volumineuses chez les hommes.

Autre approche, plus récente (2007) : celle de l'équipe d'Elizabeth Sowell et Arthur Toga, tous deux professeurs de neurologie à l'université de Californie à Los Angeles [...] Une étude d'autant plus crédible et intéressante qu'elle a porté – nous l'avons vu dans le chapitre précédent – sur pas moins de 176 sujets en bonne santé, âgés de 7 à 87 ans. En utilisant là encore l'IRM, cette équipe a montré que le cortex était plus épais **chez la femme que chez l'homme** dans deux zones de l'hémisphère droit, et ce même sans se référer au volume global du cerveau. Il s'agit des régions pariétale inférieure et temporale postérieure, toutes deux situées au voisinage de l'oreille droite. En moyenne, dans ces zones, la pellicule corticale est jusqu'à 0,45 mm plus épaisse chez la femme que chez l'homme. » [...]

De tels résultats peuvent être rapprochés de ceux d'études réalisées à l'échelle des tissus cellulaires. En 1995, par exemple, la neurobiologiste Sandra Witelson et ses collègues de l'université McMaster de Hamilton (Canada) avaient mis en évidence chez les femmes une plus forte densité de neurones dans certaines régions du cortex temporal impliquées dans le traitement et la compréhension du langage. Et des observations similaires ont été rapportées pour le lobe frontal. [pas de réf. citée]

En revanche, côté synapses, une équipe espagnole trouvait en 2008 une densité plus importante de ces connexions entre neurones dans le cortex temporal **chez l'homme**. »

(*) Élément non gardé par Jean-François Bouvet ici mais inclus dans un autre paragraphe (voir la suite page suivante).

Larry Cahill, *Cerveau & Psycho – L'essentiel*, 2011 (suite)

« Une autre région cérébrale dont on sait qu'elle est différente selon le sexe est l'hippocampe, une structure essentielle pour le stockage de l'information et la cartographie spatiale de l'environnement physique. D'après les études d'imagerie, l'hippocampe est plus volumineux chez les femmes que chez les hommes.

Ces différences anatomiques pourraient être liées à la façon dont les hommes et les femmes résolvent les tâches de repérage (*) spatial. De nombreuses études suggèrent que les hommes estiment mieux les distances et la direction (se repèrent mieux) que les femmes (**) qui utiliseraient davantage les repères environnementaux.

De même, les rats mâles ont tendance à se déplacer dans des labyrinthes à partir d'informations sur la direction et la position tandis que les femelles les parcourent en utilisant plutôt les repères disponibles. »

Jean-François Bouvet, Flammarion, 2012

« Ainsi, parmi les différentes structures cérébrales présentant des différences homme/femme, deux d'entre elles, bien circonscrites, se distinguent clairement par leur taille rapportée à celle du cerveau : l'hippocampe (...) et l'amygdale cérébrale (en forme d'amande). Pour l'hippocampe, zone essentielle pour le stockage de l'information et la cartographie spatiale de l'environnement, c'est la femme qui apparaît la mieux dotée.

En revanche, la taille de l'amygdale, considérée comme un site majeur des réactions émotionnelles, apparaît plus importante chez l'homme que chez la femme, comme l'ont montré Jill Goldstein et ses collègues en 2001. [...]

Il est bien-sûr tentant de rapprocher ce genre de données anatomiques – par exemple, hippocampe plus développé chez les femmes que chez les hommes et l'inverse pour certaines régions corticales pariétales – de la manière dont les individus des deux sexes se comportent : en l'occurrence, dans ce cas, pour se repérer dans l'espace. De nombreuses études suggèrent en effet que les femmes utilisent davantage des repères environnementaux, tandis que les hommes estiment mieux la distance et la direction à suivre. »

(*) « navigation » spatiale en VO. (**) Ce qui était décrit par Cahill en terme de différence *tendancielle* (hypothétique) de *stratégie* cognitive (« Many studies suggest that men are more likely to navigate by estimating distance in space and orientation (“dead reckoning”), whereas women [...] », devient dans la traduction une différence *absolue* (hypothétique) de *capacité* cognitive. Significativement, lorsqu'il s'agit des rats et non plus des hommes dans la phrase qui suit, la traduction est correcte. On note que J.-F. Bouvet reproduit cette mauvaise traduction lue dans *Cerveau & Psycho*.

Sur ce qu'une étude plus récente et infiniment plus robuste (1043 sujets au lieu de 49) a observé concernant les différences de taille de l'hippocampe et de l'amygdale, voir <http://allodoxia.blog.lemonde.fr/2015/08/02/les-pouvoirs-extraordinaires-de-france-2-part1/#note19>.

4) Sur la « sexualisation » du cortex par les hormones à l'adolescence, d'après Bohler, PourLaScience.fr, 2010

Sébastien Bohler, *PourLaScience.fr*, 2010

« Le cerveau des adolescents se développe différemment selon le sexe. [...] Effectivement, sous l'effet des hormones, le cerveau évolue différemment chez les filles et les garçons, conférant des capacités cognitives contrastées. Jay Giedd, du Centre américain de la santé de Bethesda, a établi le « film » de la maturation cérébrale de 284 adolescents, filles et garçons, âgés de 9 à 22 ans, en rassemblant des clichés IRM de leur cerveau. Chaque cerveau a été analysé en plus de 40 000 points permettant de mesurer l'évolution de l'épaisseur du cortex à une échelle inférieure au dixième de millimètre.

Ces données montrent que le cortex des filles s'épaissit comparativement à celui des garçons dans certaines zones clés intervenant dans le langage et le contrôle des émotions. Le cortex des garçons devient plus épais que celui des filles dans des zones dédiées à la visualisation tridimensionnelle et aux opérations mentales, telles les rotations virtuelles d'objets complexes.

Si les garçons adoptent plus de comportements à risque que les filles à l'adolescence, c'est que les parties du cerveau contrôlant la maîtrise des émotions et des impulsions se développent moins. Les différences de comportement observées dans les groupes d'adolescents, où les garçons se défilent dans des simulacres de combat ou font des acrobaties à scooter pendant que les filles font mine de les ignorer et sont davantage préoccupées par l'échange verbal, ne sont donc pas des clichés. Elles reflètent l'évolution du cerveau sur des voies développementales différenciant selon le sexe.

L'étude de J. Giedd a en outre permis d'établir que le degré de maturation de ces zones dépend de l'action des hormones androgènes. Des variantes génétiques font intervenir deux types de récepteurs cérébraux des androgènes, c'est-à-dire deux molécules qui permettent aux androgènes d'agir sur le développement du cerveau. Les **personnes** ayant la version « à forte activité » présentent une maturation plus accentuée des zones cérébrales de la visualisation spatiale, et chez celles ayant la version « à faible activité », les zones cérébrales de contrôle émotionnel et de langage se développent davantage.

L'action des hormones sur le cerveau est une réalité directement observable, et l'acquisition d'un "sexe" par le cerveau ne peut être mise entièrement sur le compte de l'éducation ou de la culture. »

Jean-François Bouvet, Flammarion, 2012

« **Des aptitudes reflétant des voies développementales différenciant selon le sexe**

C'est ce que montre une étude de l'équipe d'Armin Raznahan et Jay Giedd du NIMH [...] à Bethesda (Etats-Unis), publiée en septembre 2010. En rassemblant des clichés IRM de leur cerveau, cette équipe a pu établir le "film" de la maturation cérébrale de 284 sujets, filles et garçons, âgés de 9 à 22 ans. Chaque cerveau a été analysé en plus de 40 000 points et l'évolution de l'épaisseur du cortex a été étudiée à une échelle inférieure au dixième de millimètre.

Les données enregistrées montrent que, comparativement à celui des garçons, le cortex des filles s'épaissit dans certaines zones clés intervenant dans le langage. Le cortex des garçons, lui, devient plus épais que celui des filles au niveau de régions impliquées dans la visualisation tridimensionnelle et les opérations mentales, telles les rotations visuelles d'objets complexes. [...]

L'équipe de Bethesda a en outre établi que le degré de maturation des zones évoquées ci-dessus dépendait de l'action des androgènes (hormones essentiellement mâles, dont la testostérone). Pour comprendre sa démarche, il faut tout d'abord savoir que, du fait de variantes génétiques, il existe deux types de récepteurs cérébraux des androgènes, c'est-à-dire deux molécules différentes permettant à ces hormones d'agir sur le développement du cerveau : l'une "forte activité", l'autre "à faible activité" (notons qu'on peut les trouver chez les deux sexes). Or, il s'avère que les **garçons** disposant de la version "à forte activité" présentent une maturation plus marquée des zones cérébrales de la visualisation spatiale ; en revanche, **chez les filles** dont la version est "à faible activité", les zones cérébrales du langage se développent davantage.

Ces résultats confirment que l'acquisition d'un "sexe" par le cerveau ne saurait être mise entièrement sur le compte de l'éducation ou de la culture. »

Rem : les parties sur le « contrôle émotionnel » et les comportements liés n'ont pas été gardées par J-F. Bouvet car il préfère expliquer que les garçons ont plus tardivement des difficultés à contrôler leurs impulsions et émotions par une théorie qu'il avait adoptée antérieurement, puisée dans *Science & Avenir* en 2008 (voir page suivante).

Elena Sender, Sciences et Avenir, 2008

« [...] Lancé par le National Institute of Mental Health américain (NIMH) en 1989, le Global Mental Health Project a passé au crible pendant près de vingt ans le cerveau de 2000 personnes [...]. Au final, 829 séries de clichés réalisés chez 387 personnes âgées de 3 à 27 ans [...] ont été retenues pour l'étude du cerveau de l'adolescent "sain". Au printemps 2008, le bilan de l'étude a été publié [...]

A ce stade de l'observation, l'IRM sait faire la distinction entre la matière grise, composée des corps cellulaires des neurones contenant le noyau, et la matière blanche, ensemble des axones (fibres conductrices du neurone) de type "myélinisés". [...] **Et là, nouvel enseignement** : entre 7 et 11 ans, on observe un pic de matière grise, les filles atteignant ce sommet un an en moyenne avant les garçons. [...] A cet âge, la matière grise est la plus épaisse, la plus dense, les connexions entre neurones (synapses) les plus nombreuses. Le cerveau du jeune adolescent possède alors plus de neurones qu'il n'en aura jamais à l'âge adulte. [...] "Cette croissance exubérante durant les années de la prépuberté confère au cerveau un énorme potentiel, commente Jay Giedd. [...]"

Mais [...] la matière grise, après être montée en flèche, dégringole, la courbe s'infléchit, les neurones subissent des pertes **sans précédent**. [...] la réduction de matière grise s'accompagne d'une réduction d'activité synaptique. A l'adolescence, le cerveau est donc un champ de bataille où neurones mais aussi connexions entre neurones vont mourir en grand nombre. Lesquels vont survivre ? Ceux qui servent ! Gerald Edelman [...] a baptisé ce phénomène le "darwinisme neuronal". Les connexions les plus utilisées se renforceront, les autres disparaîtront, façonnant ainsi des réseaux de neurones spécifiques à chaque individu. [...]

Alors que la matière grise s'amincit, la courbe de matière blanche, elle, prend son envol. Elle va se densifier d'année en année jusqu'à se stabiliser vers 19 ans. Autrement dit, les axones du cerveau vont de plus en plus s'entourer d'une gaine de myéline, qui [...] accélère la vitesse de propagation de l'influx nerveux [...] Une des régions qui se « myélinise » le plus pendant ces années, en effet, est le corps calleux, [...] qui connecte les deux hémisphères. [...]

A en croire les clichés, la maturation cérébrale – le grand élagage de matière grise – se fait progressivement de l'arrière vers l'avant du cerveau, de la nuque vers le front, d'où la **nouvelle théorie** de la frontalisation. Les premières structures à subir des transformations sont les zones dites subcorticales [...]. Puis parviennent à maturité les zones supérieures qui coordonnent ces premières fonctions et enfin, bon dernier, le cortex préfrontal. Partie antérieure du cerveau, il est indispensable aux fonctions exécutives, à la planification, la hiérarchisation des priorités, l'organisation des pensées, le contrôle des impulsions, l'anticipation des conséquences de ses actes... Bref, c'est le directeur général de nos méninges, qui doit attendre parfois jusqu'à 25 ans pour être totalement opérationnel !

Jean-François Bouvet, 2012, Le camion et la poupée

« Le grand chantier cérébral de l'adolescence [titre] Grâce à une très large étude lancée en 1989 par le NIMH (National Institute of Mental Health) américain dans le cadre du Global Mental Health Project – étude dont les données correspondant à 387 individus âgés de 3 à 27 ans ont été publiées en 2008 –, on a récemment découvert que, si la tornade de l'adolescence est hormonale, elle est aussi cérébrale. Cet âge s'accompagne en effet d'importants bouleversements du cerveau. Et ce avec un décalage chronologique entre filles et garçons.

Il faut tout d'abord savoir que, peu avant la puberté – disons entre 7 et 11 ans –, on observe un important pic de matière grise (ou substance grise), riche en corps cellulaires des neurones (la substance blanche est, elle, riche en fibres nerveuses). C'est à ce stade – atteint par les filles un an en moyenne avant les garçons – que la matière grise est la plus dense et la plus épaisse et que les synapses (connexions entre neurones) sont les plus nombreuses. On a là le résultat d'une croissance exubérante qui confère au cerveau un énorme potentiel : il comporte alors plus de neurones qu'il n'en aura jamais à l'âge adulte.

Car l'adolescence va ensuite se traduire par une importante réduction du volume de matière grise. Neurones et synapses vont alors subir des pertes **considérables** : un élagage rentrant dans le cadre du "darwinisme neuronal", puisque les connexions les plus utilisées se renforceront, tandis que les autres disparaîtront ; et ce par une sorte de "sélection naturelle" façonnant des réseaux de neurones spécifiques à chaque individu.

Cet élagage de matière grise n'affecte pas simultanément toutes les régions du cerveau. Il progresse de l'arrière vers l'avant – de la nuque vers le front. Bon dernier à le subir : le cortex préfrontal. Partie antérieure du cerveau, cette zone est impliquée dans la planification, la hiérarchisation des priorités, le contrôle des impulsions, l'anticipation des conséquences de ses actes... Une zone qui ne va donc mûrir qu'à l'adolescence.

Or, il s'avère que ce grand remaniement cérébral des ados survient chez les filles environ deux ans plus tôt que chez les garçons. [...] Des modifications cérébrales – permettant une accélération de l'influx nerveux, en particulier entre les deux hémisphères – interviendront [...] jusqu'à l'âge de dix-neuf ans environ.

Et la maturation pourra même éventuellement se poursuivre jusqu'à... vingt-cinq ans. »

6) Sur la sexuation des préférences des bébés, d'après Cahill (2011)

Larry Cahill, *Cerveau & Psycho – L'essentiel*, 2011

« Toutefois, on doit bien-sûr s'interroger : ces préférences sont-elles dictées par la culture ou par la biologie du cerveau ? [...]

Pour explorer l'influence de l'inné et de l'acquis sur les différences entre les sexes, Simon Baron-Cohen et ses collègues, de l'Université de Cambridge, en Grande-Bretagne, ont utilisé une démarche différente. En 2002, ils ont montré(*) que les petites filles âgées de un an passent plus de temps à regarder leur mère que les petits garçons du même âge. Et lorsque l'on présente un choix de films à ces bébés, les filles regardent plus longtemps un film montrant un visage, tandis que les garçons sont plus intéressés par un film montrant des voitures.

Evidemment, ces préférences peuvent résulter de la façon dont les adultes jouent avec les garçons et les filles. Pour éliminer cette possibilité, S. Baron-Cohen et ses étudiants ont fait un pas de plus. Ils ont placé leur caméra dans une maternité afin d'examiner les préférences de bébés âgés d'un jour seulement. On présentait aux nourrissons soit le visage sympathique d'une étudiante, soit un mobile dont le visage avait la couleur, la taille et la forme de celui de l'étudiante, mais qui n'était constitué que d'une mosaïque de traits (le nez, les yeux, etc) éloignés de la réalité. Pour éviter tout biais, les expérimentateurs ne connaissaient pas le sexe de l'enfant au moment du test.

Lorsqu'ils ont analysé leurs films, ils ont découvert que les filles passaient plus de temps à regarder le visage de l'étudiante, tandis que les garçons regardaient surtout le mobile. Cette différence d'intérêt social était évidente dès le premier jour de la vie. »

Jean-François Bouvet, Flammarion, 2012

« Est-il possible de mettre en évidence des différences comportementales garçons/filles dès le stade néonatal ? L'enjeu est évidemment d'importance, car plus les différences sont précoces, moins il est possible d'invoquer, pour les expliquer, une quelconque pression socioculturelle du milieu environnant.

La réalité "purement biologique" peut ainsi mieux échapper au soupçon d'incidences culturelles "parasites". Afin de débusquer d'éventuelles différences entre nourrissons des deux sexes, Simon Baron-Cohen, professeur de psychopathologie du développement, et ses collègues de l'université de Cambridge (Grande-Bretagne) ont placé leur caméra à l'intérieur d'une maternité. Dans cette étude, on présentait à des bébés d'un jour soit le visage avenant d'une étudiante, soit un mobile de même couleur, taille et forme, au sein duquel étaient schématiquement représentés le nez, les yeux, etc. Les réactions des nourrissons étaient enregistrées. Notons que pour éviter tout biais dans l'analyse des résultats, les expérimentateurs ignoraient le sexe de l'enfant filmé.

L'analyse des films a montré que les filles passaient plus de temps à regarder le visage de l'étudiante, tandis que les garçons regardaient surtout le mobile. Une différence d'intérêt, donc, dès le premier jour de la vie.

[...]

D'autres observations semblent confirmer que le conditionnement culturel – si souvent invoqué et à juste titre – n'est pas forcément déterminant. Ainsi, Simon Baron-Cohen, mentionné précédemment, et ses collègues de Cambridge ont montré en 2002 que lorsqu'on projette un choix de films à des bébés de un an, les filles regardent plus longtemps des images où figurent un visage, alors que les garçons sont plus intéressés par des scènes montrant des voitures. »

(*) Dans la version originale, Larry Cahill écrit « Baron-Cohen and his then student Svetlana Lutchmaya found that [...] ». Après traduction approximative pour le compte de *Cerveau & Psycho* puis mise en forme par Jean-François Bouvet, ça devient Baron-Cohen « et ses collègues de l'université de Cambridge ont montré en 2002 que [...] ».

Rem : Pour une analyse approfondie de cette expérience et de ce qu'on lui (a) fait dire à tort, voir <http://allodoxia.blog.lemonde.fr/2013/10/04/sexes-mensonges-et-video-baron-cohen/> (dont la note [41] sur le fait que l'expérimentatrice connaissait le sexe de certains au moins des bébés devant lesquels elle montrait son visage plus ou moins avenant et agitait plus ou moins vigoureusement le mobile).