



La latéralité chez l'humain

Valerie Deschênes

LA LATÉRALITÉ est un processus important chez les êtres vivants. Elle l'est particulièrement pour l'être humain car elle est possiblement responsable de ce que nous sommes devenus et de ce que nous sommes capables d'accomplir. Le but de cet article est de comprendre ce qu'est la latéralité, pourquoi elle existe et comment elle se développe. Connaître l'importance de la latéralité et de la latéralisation nous informe sur les impacts que cela a pu avoir sur la lignée humaine.

Qu'elle soit au niveau du corps ou du cerveau, les humains sont caractérisés par une dominance d'un côté sur l'autre. Cette forte latéralisation, avec un fort biais droitier pour la dominance et la préférence manuelle, est propre à l'humain. L'ontogénie permet une interprétation de l'influence des divers facteurs qui contribuent à la mise en place de cette latéralité chez un individu. De plus en plus de recherches avancent que la latéralisation humaine émane d'un facteur, d'une pression sélective, d'un avantage qui permet à l'espèce non seulement de survivre, mais d'évoluer, d'avancer, de progresser.

Cet article propose donc une description de la latéralisation chez l'humain ainsi que sa mise en place chez l'individu et son développement chez l'espèce. Par un survol des théories et des hypothèses actuelles, nous parcourons le sujet de la latéralité humaine et ce qui en est connu présentement. Cela dans l'intérêt de disposer d'une vue d'ensemble sur la ques-

tion, ce qui permettra non seulement de mieux comprendre le phénomène, mais aussi d'apporter une réflexion pour de futures recherches.

LA LATÉRALITÉ CHEZ L'HUMAIN

La latéralité est le fait de recourir à une moitié du corps au détriment de l'autre. La dichotomie se fait entre le côté droit et le côté gauche, que ce soit au niveau de la position ou à celui de la fonction des organes ou des membres (LE ROBERT 2021). La latéralité est une caractéristique présente chez les vertébrés, à la fois macroscopique et microscopique. Elle est représentée de différentes manières, que ce soit par la position du cœur à gauche, par une dominance manuelle ou par la structure des protéines; elle est souvent une source d'asymétrie morphologique (FALK 1987; LE ROBERT 2021).

La latéralisation n'est pas entièrement comprise et les études à son sujet se contredisent parfois (FALK 1987). On sait tout de même qu'elle n'est pas unique à l'humain moderne et qu'elle se retrouve chez plusieurs organismes, vertébrés ou non (COCHET & BYRNE 2013). La façon dont les bactéries se déplacent, l'orientation des cils cellulaires, le sens d'enroulement des coquilles d'escargot et l'asymétrie hémisphérique du cerveau n'en sont que quelques exemples (MILENKOVIC *et al.* 2016). En plus d'être présente chez plusieurs organismes, la latéralité ne se retrouve pas systéma-

tiquement aux mêmes endroits ni de la même façon. Chez l'humain, outre le cerveau et les mains, d'autres parties du corps sont latéralisées. Les organes (cœur, foie, pancréas, etc.) sont placés systématiquement à gauche ou à droite dans le corps. En ce qui concerne les paires (bras, pieds, oreilles, etc.), on considère qu'un côté est généralement plus dominant que l'autre. Cette dominance n'est pas nécessairement équivalente pour chaque type de membres ni entre chaque individu. Notamment, ce n'est pas parce qu'une personne a la main droite dominante qu'elle l'est pour toutes les activités. La dominance latérale n'est pas noire ou blanche, mais elle se décline dans toutes les nuances de gris.

L'asymétrie

La latéralité s'exprime souvent par l'asymétrie. Comme on utilise un côté plus que l'autre, celui-ci est généralement plus fort, plus développé. Pour bien comprendre l'asymétrie, il est important de connaître la symétrie bilatérale. L'asymétrie est plus commune dans la nature, et la symétrie semble être une adaptation à l'environnement, possiblement à cause de la locomotion, où il est important d'avoir des membres en paires symétriques (CORBALLIS 1989). Avoir une préférence latérale n'est pas avantageux lors de déplacements, car il est important de pouvoir se déplacer facilement et dans toutes les directions. Le corps étant symétrique, il est nécessaire que les parties internes du corps comme le système nerveux le soient aussi, afin que les fonctions motrices et sensorielles soient réactives aussi bien à gauche qu'à droite (*ibid.*). La symétrie n'est pas la seule à être avantageuse, l'asymétrie peut l'être également. L'asymétrie directionnelle des organes, par exemple, est importante car elle permet une répartition plus équivalente dans l'abdomen. La symétrie est avantageuse dans un contexte spatial où l'on doit réagir à des facteurs externes, alors que l'asymétrie peut se montrer plus avantageuse dans des contextes qui demandent une organisation plus complexe (*ibid.*). Chez l'humain, cette asymétrie relative à une latéralisation se départage par rapport au corps et par rapport au cerveau.

La latéralisation somatique

La latéralité somatique est celle relative au corps, celle qui est physique. La plus connue est celle qui nous fait utiliser une main plus que l'autre durant une action, c'est-à-dire la dominance ou la préférence manuelle. Chez l'humain, cette préférence est aussi dominée par le fait que la grande majorité de la population – entre 80 % et 90 % – est droitier (FALK 1987; LLAURENS *et al.* 2009; CASHMORE *et al.* 2008; LOFFING *et al.* 2016). Cette dominance manuelle se traduit par une capacité d'effectuer des tâches plus complexes et plus délicates plus facilement avec la main dominante. Comme la dominance latérale n'est pas un état fixe, mais plutôt fluide, une personne n'est pas nécessairement 100 % droitier ou gaucher. Elle peut préférer faire certaines tâches avec une main et d'autres tâches avec l'autre, c'est ce qu'on appelle la mixité manuelle. Cependant, les tâches effectuées avec la main gauche sont toujours effectuées avec la main gauche et il en va de même pour la main droite, à la différence des ambidextres, qui peuvent utiliser l'une ou l'autre des mains pour une même action (MILENKOVIC *et al.* 2016). La main n'est pas le seul membre

latéralisé, le reste du membre supérieur l'est aussi tout comme les jambes et les pieds, les oreilles et les yeux. Cependant, comme la main est libérée des contraintes liées à la fonction (telles la locomotion ou la vue), elle reflète davantage une emphase pour la dominance d'un côté sur l'autre (SHAW 2011).

En ce qui concerne la préférence manuelle, de très nombreuses études existent. On y démontre que cette préférence n'est pas systématique, que la mixité est plus fréquente, que les préférences varient ; il y a donc des degrés d'asymétrie. La préférence manuelle est polymorphe. La génétique, les accidents et la culture ont un impact dans le développement de la latéralité manuelle chez un individu (ANNETT 1972).

La préférence manuelle est en partie le reflet de la spécialisation manuelle (HOLDER 2005). Il s'agit d'une capacité motrice bien développée qui permet de réaliser efficacement des tâches complexes qui demandent force, précision, rapidité. Pour être en mesure de développer cette spécialisation manuelle, un individu doit avoir de bonnes capacités cognitives, par exemple celle d'anticiper une tâche et son résultat final. La spécialisation manuelle n'exige pas une préférence manuelle, et vice-versa, cependant, il existe une relation entre les deux car la plupart des tâches demandant une spécialisation manuelle sont exécutées en suivant une préférence manuelle (HOLDER 2005). Ces tâches demandent une réponse d'un mécanisme musculaire et neurologique, il est donc logique que ce soit toujours le même côté qui répète l'action, ce qui permet d'optimiser la performance (*ibid.*). De ces faits, la dominance manuelle se qualifie de deux façons, par la performance et par la préférence, les deux étant généralement corrélées car la main « préférée » est souvent aussi la main la plus performante pour réaliser les différentes activités (STEELE & UOMINI 2005).

La majeure partie de la population est considérée comme droitier. On cherche donc à savoir d'où vient ce biais et pourquoi il y a des individus non-droitiers. Il n'est pas si évident de définir si une personne est droitier ou gaucher ; il ne s'agit pas simplement de savoir quelle tâche est effectuée avec quelle main, mais aussi pourquoi elle est effectuée de cette main. Par exemple, une grande majorité de la population – du moins en Occident – écrit avec la main droite, mais, pour beaucoup de gens, il s'agit en fait d'une réponse à une pression sociale, à une façon de faire induite dès l'enfance (LOFFING *et al.* 2016; MILENKOVIC *et al.* 2016). Les tests utilisés pour définir la dominance d'un individu sont variables et sujets à la subjectivité (du participant et du chercheur). La différence dans la méthodologie ou dans la prise de mesures est aussi en cause dans les résultats, parfois discordants, entre les différentes études sur la latéralité. Une meilleure uniformité serait avantageuse (FALK 1987; COCHET & BYRNE 2013; LOFFING *et al.* 2016). D'ailleurs, plusieurs études sur la préférence manuelle utilisent des méthodes plus ou moins fiables qui ne permettent pas de tirer des conclusions définitives sur le lien entre le développement de la préférence manuelle et la spécialisation des hémisphères (CAMPBELL *et al.* 2017). S'il n'est pas facile de déterminer clairement la préférence manuelle chez les humains adultes, c'est encore plus difficile chez les enfants et davantage chez les autres primates, chez qui elle s'exprime peut-être différemment de celle de l'humain. Holder (2005) suggère de

mettre l'accent sur la force plutôt que sur la direction de la préférence manuelle lorsqu'on essaie de déterminer celle-ci chez les primates. Au lieu d'étudier seulement combien de fois une main est utilisée au détriment de l'autre dans une classification dichotomique, il faudrait plutôt analyser le degré d'asymétrie, et donc la force d'une main par rapport à l'autre dans une classification qui inclurait des catégories intermédiaires, afin de mieux refléter la variation (HOLDER 2005; COCHET & BYRNE 2013).

La latéralisation neurologique

La latéralité neurologique est en lien avec le cerveau. Chez l'humain, le cerveau est divisé en deux hémisphères, le droit et le gauche, et chacun a ses spécialités, ses fonctionnalités dominantes. Il y a une asymétrie dans l'organisation du cerveau. Généralement, l'hémisphère gauche est spécialisé pour le langage et les activités motrices, et l'hémisphère droit est spécialisé au niveau des émotions et des perceptions (FALK 1987; BALZEAU *et al.* 2012). Non seulement chaque hémisphère a ses spécialités, mais il y a une dominance d'un hémisphère par rapport à l'autre (MILENKOVIC *et al.* 2016).

En fait, les hémisphères du cerveau contrôlent les actions, les comportements, et ce, principalement des membres du côté opposé (FALK 1987). L'hémisphère gauche est donc souvent plus dominant que le droit, en lien avec la majorité des gens, qui sont droitiers (STEELE & MAYS 1995). On suggère que le développement important de l'hémisphère gauche du cerveau par rapport au développement du langage serait à la base de la dominance manuelle droite chez les humains, même si cette relation n'est pas entièrement démontrée, entre autres du fait que la dominance manuelle semble être la conséquence de plusieurs facteurs (COCHET & BYRNE 2013; LIU *et al.* 2009). De plus, tous les humains ne sont pas droitiers et ceux-ci n'ont pas nécessairement des difficultés de langage. Les individus ayant une préférence manuelle à gauche – et même les droitiers ayant des parents gauchers – présentent généralement une organisation cérébrale moins asymétrique de leur cerveau en ce qui concerne le langage par exemple, l'asymétrie étant soit absente, soit inversée (FALK 1987).

C'est l'hémisphère gauche du cerveau qui contrôle le côté droit du corps et l'hémisphère droit contrôle le côté gauche. Ceci est un fait maintenant établi. De plus, chez les droitiers l'hémisphère gauche a plus de contrôle sur les mouvements du corps entier. En outre, chez des individus ayant des lésions dans la zone de l'hémisphère gauche qui contrôle les mouvements, c'est au niveau des mouvements de la main gauche et non de la main droite qu'il y a des lacunes (MACNEILAGE 2006). Également, certains gauchers ont une préférence podale pour la droite, cette latéralité mixte suggère une spécialisation dans le contrôle des mouvements du corps entier par l'hémisphère gauche (WARD & HOPKINS 1993; MACNEILAGE 2006). Cela pourrait être le résultat d'une spécialisation aux stimuli visuels nécessaire à la prédation et à la locomotion arboricole, comme c'est le cas chez la plupart des vertébrés.

L'organisation du cerveau se fait selon des asymétries fonctionnelles et structurelles entre les hémisphères gauche et droit. C'est par la latéralisation des fonctions que le langage

humain aurait évolué, avec une spécialisation au niveau des systèmes corticaux. Cependant, d'après Liu *et al.* (2009), il existe une grande variation dans le degré d'asymétrie cérébrale pour la fonction du langage au sein de la population. Ils attestent que cette asymétrie est influencée par plusieurs facteurs et non seulement par la préférence manuelle (ou vice-versa). Cependant, on n'identifie pas encore quels sont ces facteurs ni comment ils influencent l'asymétrie cérébrale (LIU *et al.* 2009).

Les fonctions motrices sont latéralisées chez l'humain et c'est possiblement l'un des facteurs qui expliquent notre capacité à faire et à apprendre des tâches complexes. L'asymétrie du cerveau permet aux hémisphères un traitement parallèle et séparé des capacités (SMAERS *et al.* 2014; BALZEAU *et al.* 2012). Cette latéralisation des comportements moteurs n'est cependant pas limitée à l'humain (SMAERS *et al.* 2014; FALK 1987).

Le fait d'avoir une latéralisation du cerveau et du corps n'est pas unique à l'humain. Ce trait suggère donc une importance de l'asymétrie et une pression sélective qui lui est favorable. L'évolution vers une spécialisation hémisphérique permettrait de doubler la capacité neurale du cerveau et d'être mieux adapté aux fonctions. Cela signifie aussi qu'une fonction pourrait être représentée aussi bien dans un hémisphère que dans l'autre au niveau populationnel sans qu'il y ait de différences (HOPKINS & CANTALUPO 2008). Néanmoins, malgré une petite variation culturelle, la majorité des individus ont un biais droitier pour la latéralité manuelle et ont une dominance de l'hémisphère gauche concernant le langage (HOPKINS & CANTALUPO 2008; ANNETT 2002). Ce trait est à l'évidence préféré par la pression sélective et est donc bénéfique pour les humains.

LA MISE EN PLACE DE LA LATÉRALITÉ

L'ontogénie

La prédisposition pour la latéralité semble s'installer très tôt dans la vie d'un individu. L'asymétrie du cerveau chez les fœtus humains commence à se mettre en place aux deux tiers du premier trimestre de la grossesse. On peut également observer la dominance, ou du moins une certaine préférence manuelle, aussi tôt que chez les fœtus. À la dixième semaine de grossesse, la majorité des fœtus bougent plus le bras droit que le gauche et à partir de la quinzième semaine, la majorité sucent leur pouce droit plus que le gauche, ce qui laisse présager la préférence manuelle de l'individu (MILENKOVIC *et al.* 2016; SCHAAFSSMA *et al.* 2009; LOFFING *et al.* 2016). Également, la position de la tête juste avant la naissance est corrélée avec la préférence de la position de la tête lorsque les bébés sont étendus, et cette position est corrélée avec la préférence manuelle des premiers mois de vie (SCHAAFSSMA *et al.* 2009). Tout cela suggère que la latéralité manuelle se développe assez tôt dans l'ontogénie. La position de la tête, telle que mentionnée précédemment, aurait un impact au niveau de la latéralité. En fait, la façon dont la tête des nouveau-nés est placée leur permet d'avoir des stimuli visuels qui ne sont pas équivalents à gauche et à droite (SCHAAFSSMA *et al.* 2009). Non seulement les enfants commencent à démontrer une dominance manuelle plus forte d'un côté très tôt après la naissance, et même avant celle-ci, mais

cette dominance manuelle est majoritairement du côté droit (STEELE & MAYS 1995).

La dominance manuelle habituelle se met en place assez tôt dans l'ontogénie, autour de neuf à dix mois après la naissance. Selon Stroganova *et al.* (2004), l'asymétrie entre les hémisphères du cerveau a une densité différente selon la préférence manuelle des enfants de dix à onze mois. À ce moment, la préférence manuelle ne serait plus accidentelle, mais plutôt déterminée par l'organisation latérale du cerveau. La dominance de l'hémisphère gauche est caractéristique chez les droitiers alors que pour les gauchers et les ambidextres la distribution est assez symétrique entre les deux hémisphères. Il y a cependant une tendance pour une dominance de l'hémisphère droit chez les gauchers. Aussi, certaines différences ont été observées au niveau du sexe, toujours selon Stroganova *et al.* (2004). La corrélation entre les asymétries est plus grande chez les garçons que chez les filles. Cette différence chez des enfants de près d'un an suggère une influence des hormones dans le développement de l'organisation des fonctions cérébrales.

Le développement neuromoteur a une influence sur le développement de la préférence manuelle durant l'enfance car il s'agit d'une période de croissance rapide. Cette préférence est reliée à une spécialisation fonctionnelle des hémisphères du cerveau, et sa mise en place pourrait donc être reliée au développement d'autres systèmes neuronaux. Le développement de la préférence manuelle chez les enfants est surtout associé à celui du développement de la spécialisation langagière des hémisphères du cerveau (CAMPBELL *et al.* 2017). Pourtant, d'autres chercheurs soutiennent plutôt que la préférence manuelle est indépendante de la spécialisation des hémisphères. Son développement ne serait donc relié à aucune spécialisation du cerveau (CAMPBELL *et al.* 2017).

Les jeunes enfants ayant des modes de locomotion différents de ceux d'un adulte complètement bipède, cela peut avoir un impact sur la préférence manuelle tout au long de la transition vers la marche. C'est donc en étudiant la dominance manuelle pour atteindre ou tendre vers un objet que l'on identifie s'ils ont une préférence. Plus un enfant a un meilleur contrôle de son équilibre, plus l'utilisation équivalente des deux mains est réduite (CAMPBELL *et al.* 2017).

La majorité de la population a une préférence manuelle pour la droite. Cependant, certains individus préfèrent la gauche ou n'ont aucune préférence. Cela signifie que le fait d'être droitier n'est pas systématique. Comme la préférence manuelle est possiblement reliée à l'asymétrie du cerveau, la question de son développement et de son origine est importante.

Les influences de la latéralité chez l'individu

Même si la latéralité, et plus précisément la latéralité manuelle, se développe tôt dans l'ontogénie, des facteurs environnementaux peuvent influencer celle-ci. La préférence manuelle est encore plastique jusqu'à au moins l'âge de quatre ans, et devient plus ancrée vers l'âge de neuf ans (SCHAAFSMA *et al.* 2009). Malgré une prédisposition à une latéralité, la période de l'enfance, ainsi que la période prénatale très réceptive aux pressions, est donc influencée par différentes fluctuations de

l'environnement. La pression culturelle joue également un rôle dans la préférence manuelle. Dans certaines cultures, il est mal vu de faire certaines tâches avec la main droite ou la main gauche et cela entraîne un fort biais vers une main en particulier (LOFFING *et al.* 2016).

Le rôle de la mère

Le rôle de la mère est systématiquement important dans le développement de l'enfant. Pour cette raison, Hopkins (HOPKINS 2004) suggère que la préférence manuelle est influencée par les interactions asymétriques qu'elle a avec son nourrisson. Ces comportements sont surtout au niveau de l'allaitement, de la position de la tête de l'enfant et de la façon de le tenir. Ils démontrent une répercussion des facteurs environnementaux et expérientiels sur la préférence manuelle chez l'humain. Chez les grands singes africains, on remarque qu'il y a un biais à gauche pour tenir l'enfant, que celui-ci a une préférence pour le sein gauche lors de l'allaitement, et qu'il y a aussi un biais chez les enfants afin de se tenir à gauche sur la mère. Tout cela est inversement corrélé avec la préférence manuelle de l'enfant. Cependant, ces résultats ne sont pas constants chez les autres primates. Il n'est pas certain que ces biais aient une influence sur la préférence manuelle ou que ce ne soient pas les autres comportements de latéralité (tête orientée naturellement vers la droite, plus de force dans la main droite, développement moteur plus développé à droite, etc.) qui influencent ces choix. Par exemple, une mère dont le bébé tient sa tête vers la droite aurait plus tendance à tenir son enfant du côté gauche. Une expérimentation avec des poupées démontre que les poupées ayant la tête orientée vers la gauche sont généralement tenues du côté droit par les femmes et vice-versa (HOPKINS 2004).

Il est aussi possible que les mères tiennent les enfants à gauche parce que c'est le côté du cœur ou qu'elles préfèrent voir l'enfant avec leur œil gauche (HOPKINS 2004). Il pourrait aussi s'agir de tenir son enfant du côté gauche afin d'avoir la main dominante libre pour exécuter d'autres actions, comme de lancer des objets pour se défendre (HOPKINS 2004 ; HOPKINS *et al.* 1993). Il y a plusieurs possibilités en lien avec la façon dont l'enfant est tenu et la préférence manuelle, mais il est certain que cette dernière n'est pas associée à l'imitation des parents par l'enfant.

La testostérone

Les hormones ont une grande influence sur le développement d'un individu. La testostérone aurait un effet sur la prolifération et la migration des neurones du cerveau chez le fœtus, car elle agit comme récepteur et comme enzyme. La testostérone augmente lorsque la mère subit un stress. Une augmentation de cette hormone, en plus de celle provenant des testicules chez les mâles, peut causer un développement plus lent et plus irrégulier de l'hémisphère gauche, car celui-ci se développe déjà plus lentement que l'hémisphère droit. Cela expliquerait aussi le fait qu'il y ait plus d'hommes que de femmes qui soient gauchers. Cela n'empêcherait pas les femmes d'être gauchères par le même phénomène, par une plus grande sensibilité à la testostérone (MILENKOVIC *et al.* 2016).

Cependant, les recherches de Liu *et al.* (2009) démontrent qu'un seul facteur ne peut être en cause dans l'asymétrie cérébrale. Un facteur environnemental ne peut être le seul à influencer les multiples facteurs. La contribution de l'hormone de la testostérone étant faible, on considère qu'elle ne peut être seule responsable de ce développement. Cela n'empêche pas les niveaux hormonaux intra-utérins de la testostérone d'avoir une certaine importance (LIU *et al.* 2009).

Certaines études démontrent que l'exposition du cerveau de fœtus mâles aux ultrasons pendant la grossesse affecte la migration des neurones, ce qui produit une dominance cérébrale anormale et donc des garçons gauchers (MILENKOVIC *et al.* 2016). Cela pourrait aussi être un facteur expliquant pourquoi il y a plus d'hommes que de femmes qui sont gauchers, surtout si on l'ajoute au facteur de la testostérone.

L'hypoxie

Une meilleure compréhension de l'embryologie et de la croissance chez le fœtus a permis de mieux connaître les impacts de l'oxygénation dans l'ontogénie humaine. Chan et Loh (2016) rapportent qu'il y a une différence dans la quantité d'oxygène reçue du côté droit par rapport au côté gauche. Dès la neuvième semaine de gestation, le ventricule gauche est situé de façon à pomper un sang plus oxygéné vers l'aorte et les autres artères du cœur. L'artère subclavière droite étant la plus près, elle reçoit la majorité de cet oxygène alors que l'artère subclavière gauche reçoit un sang peu chargé en oxygène. Le côté gauche est donc désavantagé sur une période de temps prolongée et l'on observe cette différence dès les dixième à quinzième semaines de gestation. À ce moment, les fœtus bougent davantage le bras droit et suçent plus fréquemment le pouce droit (MILENKOVIC *et al.* 2016; SCHAAFSMA *et al.* 2009; CHAN & LOH 2016). C'est aussi le cas chez les bébés anencéphaliques, ce qui remet en cause l'hypothèse de mouvement causé par l'asymétrie cérébrale prédominante à gauche (CHAN & LOH 2016). Le développement du cerveau se faisant d'ailleurs plus tardivement, les mouvements du bras pourraient donc être en cause dans la latéralisation du cerveau. L'hypothèse proposée par Chan et Loh (2016) soutient que c'est l'hypoxie et la différence d'oxygénation entre les membres supérieurs droit et gauche qui font en sorte qu'il y ait un biais droitier dans la préférence manuelle chez les humains. C'est lorsque l'hypoxie est plus grande que la différence d'oxygénation entre la droite et la gauche se fait moins ressentir, à ce moment la proportion de droitiers et de gauchers serait donc plus autour de 50%.

C'est le cas lorsqu'il y a augmentation de la testostérone chez les fœtus mâles, ce qui pourrait expliquer la proportion plus grande de gauchers chez les hommes. L'augmentation de la testostérone entraîne une hypoxie chez le fœtus. Elle est détectable chez la mère dès la septième semaine de gestation, avec un sommet entre les neuvième et onzième semaines, donc au moment où l'on commence à voir une préférence manuelle chez les fœtus. C'est une situation similaire que l'on remarque lorsque les mères sont des fumeuses. Cela crée une plus grande hypoxie pour le fœtus et l'on remarque une moins grande différence entre la proportion de droitiers et de gauchers. La pro-

portion est aussi plus similaire chez des jumeaux, qu'ils soient monozygotes ou non. On remarque également un plus haut taux de non-droitiers chez les bébés nés prématurément (souvent dû à une trop grande hypoxie *in utero*) que chez les bébés nés à terme (CHAN & LOH 2016).

La forte proportion des droitiers dans la population serait donc due à un environnement hypoxique lors de l'ontogénie : le côté gauche recevant peu d'oxygène, le côté droit devient avantagé lors du développement. Dès le moment où l'hypoxie se fait plus grande, le côté droit ne reçoit pas nécessairement plus d'oxygène que le côté gauche et la proportion entre droitiers et non-droitiers est donc plus similaire. C'est donc l'oxygénation, ou plutôt son manque, qui favoriserait la préférence manuelle.

Les pathologies

Le lien entre la dominance latérale corporelle et la dominance latérale cérébrale est grand. On émet donc une hypothèse à l'effet que les pathologies seraient responsables de la dominance corporelle à gauche (MILENKOVIC *et al.* 2016). L'association entre les gauchers et différentes maladies (schizophrénie, dépression, autisme, épilepsie, dyslexie) serait reliée à un stress développemental. Une grande proportion de patients atteints de maladies ou désordres du système nerveux central serait gauchère. Cela serait dû à un dommage au cerveau au début du stade de développement, ce qui aurait entraîné un changement au niveau de la dominance manuelle (MILENKOVIC *et al.* 2016; FALK 1987; LOFFING *et al.* 2016; LLAURENS *et al.* 2009).

Une étude affirme même que tous les cas qui ne sont pas droitiers seraient pathologiques et causés par le stress de la naissance (MILENKOVIC *et al.* 2016).

Plusieurs autres facteurs peuvent être proposés, que ce soit la saisonnalité, la lumière, la température, afin de voir les impacts sur la dominance latérale, qu'elle soit cérébrale ou physique (MILENKOVIC *et al.* 2016).

LE DÉVELOPPEMENT DE LA LATÉRALITÉ CHEZ L'HUMAIN

Le biais droitier dans la préférence manuelle est présent dans toutes les sociétés à différents niveaux, mais tout de même présent. Ce caractère universel suggère qu'il est plus biologique que culturel et plusieurs hypothèses sur l'évolution de la latéralité manuelle vers un biais droitier ont été émises.

Chez les autres grands singes, le biais droitier est beaucoup plus faible que chez l'humain, chez qui il est très important. On suggère donc que le ratio entre droitiers et gauchers chez les premiers hominines devait être plus autour de 50% (STEELE & UOMINI 2005). Cela apporte son lot de questions sur ce qui fait en sorte que le ratio droitier ait pris autant d'importance chez l'humain. Une sélection naturelle favorable aux droitiers peut certainement être en cause, mais il ne faut pas oublier la présence persistante d'une petite proportion de non-droitiers (STEELE & UOMINI 2005). Plusieurs hypothèses ont été émises afin d'aider à mieux comprendre ce ratio. Connaître les conditions autour du phénomène de latéra-

lisation aide à mieux comprendre pourquoi il existe aujourd'hui (UOMINI & RUCK 2018).

La préférence manuelle existe probablement depuis les premiers *Homo*, et même dès le début de la lignée hominine (CASHMORE *et al.* 2008). Le peu de fossiles et de traces archéologiques que nous avons peuvent difficilement nous dire s'il y avait un biais droitier (ou gaucher) à cette époque. Cependant, de nos jours, les droitiers sont majoritaires, mais ils ne sont pas uniques, la préférence manuelle n'est donc pas neutre et une sélection est présente (FAURIE & RAYMOND 2013). Il est donc intéressant de savoir quelles forces évolutives sont en cause dans la pérennité de cette préférence manuelle polymorphe.

Il y a plusieurs coûts à être gaucher, surtout dans un monde de droitiers, par exemple : moins de longévité de vie, facteur de stress avant et à la naissance, hormones et système immunitaire plus faibles, problème de santé mentale, accidents mortels, etc. (SATZ & FOSTER GREEN 1999; WIBERG *et al.* 2019; FAURIE & RAYMOND 2013; LOFFING *et al.* 2016). Par contre, les gauchers bénéficient aussi d'avantages. Ils ont une meilleure coordination des deux mains et moins d'asymétrie au niveau du langage, donc un meilleur contrôle des deux hémisphères du cerveau (FAURIE & RAYMOND 2013; LOFFING *et al.* 2016; LLAURENS *et al.* 2009). De plus, ils ont aussi des avantages dans les sports et dans le combat.

L'hypothèse de la bataille proposée par Faurie et Raymond (2013) avance que les gauchers disposent de certains bénéfices. Ce sont surtout des avantages de surprise, avec des résultats imprévus. Lors d'une bataille entre deux individus, le but est évidemment de gagner. Selon différentes expérimentations rapportées par les auteurs, il est plus difficile de prévoir les actions qui seront exécutées par un gaucher, qui a donc plus de chance de gagner son combat. S'il y a trop de gauchers, ces avantages ne le sont plus car ils deviennent plus familiers pour les droitiers. La proportion de gauchers n'augmente donc pas, mais se maintient. Certains combats étant mortels, le fait de gagner est primordial. De plus, le fait de remporter un combat augmente le degré d'attraction d'un homme, ce qui a un impact sur son statut social. Cependant, cela implique que les capacités à gagner une bataille soient directement reliées à un succès reproducteur (FAURIE & RAYMOND 2013).

La communication

L'asymétrie cérébrale est souvent liée au langage car l'aire de Broca et l'aire de Wernicke se retrouvent généralement dans l'hémisphère gauche. Ces deux aires sont les principales zones du cerveau responsables de la production du langage. Elles sont particulièrement développées chez l'humain, tout comme le langage. Ces aires peuvent être étudiées par l'endocaste du crâne chez les hominines fossiles et elles seraient présentes dès *Homo habilis* (CASHMORE *et al.* 2008; CORBALLIS 1989). Le langage vocal n'était pas nécessairement aussi développé, entre autres à cause de la structure de la gorge, mais un langage gestuel pouvait être présent (CORBALLIS 1989).

Plusieurs études rapportent que les singes ont une spécialisation de l'hémisphère gauche pour la communication vocale (WARD & HOPKINS 1993). Par exemple, les macaques japonais répondent mieux aux stimuli auditifs lorsque ceux-ci sont pro-

duits pour l'oreille droite (FALK 1987). Également, des singes avec des lésions à l'hémisphère gauche dans la région correspondant à l'aire de Wernicke chez l'humain montrent des déficits de performance lorsqu'ils doivent discriminer des cris, alors que des singes avec des lésions à l'hémisphère droit ne démontrent aucun déficit dans cette tâche (WARD & HOPKINS 1993). Chez les humains, les droitiers rapportent entendre mieux de l'oreille droite lorsqu'un son est produit en même temps pour les deux oreilles, il y a donc une transmission entre l'oreille et le cerveau. L'avantage de l'oreille droite suggère une spécialisation de l'hémisphère gauche du cerveau pour la communication vocale (WARD & HOPKINS 1993; CORBALLIS 1989). Cette spécialisation précède donc les hominines car elle est aussi présente chez les singes (WARD & HOPKINS 1993; FALK 1987).

La communication est très importante chez plusieurs animaux. Elle l'est particulièrement chez les primates et est connectée à l'évolution sociale des espèces. On peut également observer que chez d'autres animaux (rongeurs, félins, cétacés, etc.), le développement de la communication est aussi surtout relié aux activités du membre antérieur (BRENOT 1993). L'humain ayant une structure sociale très complexe, il n'est pas surprenant qu'il soit un excellent communicateur, la latéralisation du membre supérieur est aussi très présente et les activités manuelles sont complexes et demandent une grande dextérité.

La théorie du *right-shift* évoque la distribution de la préférence manuelle. Selon Annett (ANNETT 1972; 2002), cette préférence manuelle est une variable continue qui représente une mixité et qui ne se situe pas uniquement à gauche ou à droite. Cette distribution suivrait une courbe normale chez les autres animaux, c'est-à-dire qu'il y a un nombre équivalent d'individus pouvant utiliser le côté droit ou le côté gauche. Chez les humains, cette courbe se serait déplacée vers le côté droit. Ceci, par la génétique et le gène – ou plutôt par l'allèle spécifique responsable de ce déplacement. Il n'aurait pas pour objectif de produire plus de droitiers, mais plutôt d'augmenter l'asymétrie cérébrale, plus précisément d'augmenter la dominance de l'hémisphère gauche en lien avec la parole. La dominance manuelle droite ne serait que le résultat de la dominance cérébrale à gauche (MILENKOVIC *et al.* 2016; ANNETT 2002).

Cette théorie suggère que la dominance manuelle et l'asymétrie cérébrale sont prédisposées par un seul gène. L'allèle dominant serait celui du *right-shift* (RS+), favorisant les droitiers et le contrôle du langage dans l'hémisphère gauche du cerveau. L'allèle récessif (RS-) serait celui sans prédisposition envers la droite ou la gauche, la préférence manuelle serait donc plus aléatoire. L'expression de ce gène est variable, tout comme la préférence manuelle est une variable continue. En conséquence, ceux qui sont homozygotes pour l'allèle récessif ont plus de risque d'avoir des problèmes langagiers, alors que ceux qui sont homozygotes pour l'allèle dominant auraient plus de difficultés en mathématiques et dans la rapidité motrice. L'idéal est donc d'être hétérozygote. Si l'on considère que les hétérozygotes représentent 50% de la population, que les homozygotes RS+ et RS- reflètent chacun 25% de la popu-

lation, cela nous donne des pourcentages qui correspondent plus ou moins aux données dans la population par rapport à la préférence manuelle (CORBALLIS 1989 ; ANNETT 2002).

Annett (2002) explique par un scénario évolutif que le gène aurait évolué tôt chez les hominines. Il aurait permis plus d'aisance dans l'acquisition de la parole. L'aide apportée par le gène afin d'acquérir la parole aurait été primordiale, car la parole est difficile à acquérir et à maîtriser. Les individus ayant le gène dominant, et donc la capacité à la parole, auraient eu un plus grand avantage face à ceux ayant des capacités non verbales. Annett (2002) mentionne aussi que les risques de maladies mentales et de limitations face à un développement plus poussé de l'hémisphère droit auraient pu être présents dès les premiers hominines, ce qui aurait affecté la transmission du gène en réduisant la durée de vie – et donc le taux de reproduction – de ceux n'ayant pas le gène.

Cette théorie ne concorde pas avec les résultats de Liu *et al.* (2009) qui considèrent que l'asymétrie du cerveau n'est pas le résultat d'un seul mécanisme, mais qu'elle est plutôt influencée par des facteurs multiples et séparés. On ne peut expliquer ce phénomène par un seul gène ; cependant, celui-ci pourrait être l'instigateur d'un des facteurs en lien avec la préférence manuelle.

Spécialisation de l'hémisphère droit

L'hémisphère droit est plus associé au rationnel et à la représentation spatiale. La spécialisation pour l'identification précise d'un lieu pourrait donc être en cause dans l'asymétrie du cerveau (CORBALLIS 1989). L'importance pour les primates de savoir où ils sont, de reconnaître leur territoire et la complexité des groupes sociaux rendent le rationnel et la représentation spatiale essentiels. Les capacités visuelles pour attraper la nourriture ou se déplacer par sauts dans un arbre le sont tout autant. La spécialisation de l'hémisphère gauche serait donc complémentaire à celle de l'hémisphère droit qui se spécialise plus dans des besoins nécessaires à la survie de l'individu (MACNEILAGE 2006).

La manipulation

La fabrication d'outils est souvent suggérée comme étant importante pour la latéralité manuelle, car elle apporterait un changement au niveau de la structure de la main. L'asymétrie latérale serait plus avantageuse en permettant une spécialisation pour différentes fonctions ; une main (la gauche) pour tenir, et une (la main droite) pour la frappe (CORBALLIS 1989). Cette spécialisation se refléterait aussi dans celle des hémisphères droit et gauche du cerveau. Cependant, cette spécialisation ne se voit pas dans la structure de la main, la droite et la gauche ayant la même morphologie. Cette asymétrie fonctionnelle plutôt que structurelle suggère que la dominance manuelle se situe surtout au niveau du cerveau. La fabrication d'outils chez les hominines fossiles, en lien avec le biais droitier, pourrait donc être le résultat d'un début de spécialisation de l'hémisphère gauche du cerveau pour un contrôle de la prise de précision (CORBALLIS 1989). Et plus le cerveau est grand, plus il y a de manipulation et plus les outils se complexifient.

Cependant, la fabrication d'outils laisse des traces sur les nucléus et les éclats. On peut donc observer ces empreintes et y trouver des indications de la latéralité humaine (CASHMORE *et al.* 2008 ; BARGALLÓ *et al.* 2017). L'analyse de ces éclats tend vers un biais droitier assez tôt dans la lignée des hominines, soit au moins dès *Homo habilis* (BRENOT 1993).

Tout comme avec le langage, la fabrication d'outils demande une capacité de combinaison d'éléments, de règles, de préparation et d'anticipation. Cette capacité a pu commencer avec la fabrication d'outils, pour ensuite être appliquée dans le langage (CORBALLIS 1989). L'importance considérable des outils et objets fabriqués par l'humain pour répondre à toutes sortes de besoins démontre que la capacité de *générativité* mentionnée par Corballis (1989) est presque sans fin. Cette capacité de catégorisation des représentations – qui peuvent également être visuelles – se situe dans la partie gauche du cerveau. Le langage, la fabrication d'outils et la reconnaissance d'objets seraient donc tous situés dans la même partie du cerveau, et cette capacité de *générativité* serait une spécialité qui apporte une asymétrie cérébrale et manuelle. Les débats sont encore en cours, à savoir laquelle de ces capacités est apparue en premier et a entraîné les autres (CORBALLIS 1989). Cependant, le fait que les fœtus de dix semaines bougent davantage le bras droit, et ce, avant que la latéralisation cérébrale se mette en place, suggère que le comportement droitier stimulerait l'asymétrie du cerveau (LAZENBY 2002).

L'hémisphère gauche étant reconnu comme dominant dans l'organisation des activités motrices, autant chez les droitiers que chez les gauchers, la fabrication d'outils pourrait donc avoir joué un rôle important dans cette spécialisation. On reconnaît la présence d'individus droitiers chez plusieurs espèces d'hominines par l'archéologie (CASHMORE *et al.* 2008). La préférence manuelle (surtout à droite) aurait donc pu apparaître dans un contexte d'augmentation de la fréquence d'activités qui demandent une complexité et une bonne coordination bimanuelle (COCHET & BYRNE 2013). Le fait que les chimpanzés et les gorilles semblent aussi avoir une préférence manuelle plus forte à droite pour les objets inanimés renforce l'hypothèse d'une manipulation primitive comme facteur dans la mise en place de la latéralité manuelle (COCHET & BYRNE 2013 ; FORRESTER *et al.* 2013). La préférence manuelle à droite pourrait donc être un trait développé par l'utilisation d'outils, mais hérité d'un ancêtre commun aux grands singes africains (FORRESTER *et al.* 2013).

Si la manipulation est une cause de la latéralité, il n'y a pas que l'utilisation et la fabrication d'outils qui ont une importance, les gestes aussi sont à considérer (COCHET & BYRNE 2013 ; CARTMILL *et al.* 2012). Ces gestes sont généralement associés au développement de capacités essentielles au langage chez les enfants âgés de deux à quatre ans, ce qui correspond aussi au moment d'une poussée de croissance de l'hémisphère gauche du cerveau. La préférence manuelle serait donc liée à l'apparition d'une latéralité cérébrale plus forte qui, elle, serait le résultat du développement de la communication gestuelle (COCHET & BYRNE 2013). On observe d'ailleurs une plus grande fréquence de l'utilisation de la main droite lors de

la communication gestuelle ; comme pour pointer un objet, chez les jeunes enfants, ainsi que chez les primates non humains pour certains gestes intentionnels reliés à la communication (CARTMILL *et al.* 2012). Les gestes seraient donc en cause dans l'évolution phylogénique de la préférence manuelle et des asymétries cérébrales (COCHET & BYRNE 2013). La spécialisation de l'hémisphère gauche pour le langage aurait donc pu évoluer à partir de cette communication gestuelle. De plus, il y a une forte connexion au niveau du cerveau entre la gestuelle et le langage, les gestes ayant une valeur dans la communication et les interactions sociales (*ibid.*).

La posture et la locomotion

MacNeilage (dans WARD & HOPKINS 1993) propose la théorie de l'origine posturale pour expliquer la préférence manuelle et son origine chez les primates non humains. Cette théorie se base sur une trentaine d'études statistiquement significatives concernant la préférence manuelle et ayant même parfois des biais vers un côté chez des espèces de primates non humains. Les prosimiens tendent plus vers un biais gaucher, alors que les singes ont une préférence à gauche pour certaines activités et à droite pour d'autres. Les grands singes, eux, présentent une fréquence plus grande vers un biais droitier (WARD & HOPKINS 1993 ; FALK 1987 ; BRENOT 1993). Les biais ne sont pas aussi importants que celui chez l'humain, mais on rapporte une préférence plus marquée pour un côté que l'autre. Cependant, le fait que les primates non humains ont une préférence manuelle est encore sujet à débat et la littérature sur le sujet nous propose différents résultats (FALK 1987). Néanmoins, la théorie de l'origine posturale de MacNeilage (dans WARD & HOPKINS 1993) permet d'expliquer l'évolution de cette latéralisation manuelle chez les primates et les humains.

On suggère que la première étape aurait été une spécialisation visuelle pour les actions spatiomotrices de l'hémisphère droit (et de la main gauche) pour attraper des proies (des insectes ou de petits animaux) à une main. Le combo main droite-hémisphère gauche serait donc spécialisé pour le support, nécessaire puisque les primates ont une tendance à la posture verticale. L'asymétrie du corps est donc utile afin de maintenir la posture contralatéralement à la prédation par la main gauche (MACNEILAGE 2006). En évoluant de façon à avoir de moins en moins besoin des membres antérieurs pour supporter la posture verticale, comme en s'assoiant, et en ayant une alimentation plus variée que des insectes et qui demande d'autres modes d'acquisition que la prédation à une main, l'utilisation des deux mains est de plus en plus requise pour d'autres fonctions que la prédation et le support. La main droite est donc, dans un sens, libérée de sa fonction de support. La main droite étant possiblement plus forte grâce à sa fonction originelle de support, elle serait plus adaptée à devenir une main de manipulation et de force nécessaire à l'acquisition d'une nourriture plus omnivore. La préhension aurait continué à évoluer avec le temps pour devenir de plus en plus spécialisée dans des tâches complexes, précises et demandant la coordination des deux mains (FALK 1987). La théorie de l'origine posturale propose donc que la dominance manuelle droite précède l'arrivée des hominines (WARD & HOPKINS 1993).

On fait ici un lien avec le développement de la communication vocale et la spécialisation de l'hémisphère gauche aussi présente chez les singes. Cette communication vocale nécessite une certaine musculature et une certaine posture afin d'être efficace. MacNeilage (dans WARD & HOPKINS 1993 ; MACNEILAGE 2006) rapporte qu'environ la moitié des individus ayant une préférence manuelle à gauche ont une préférence pour le pied droit. Il établit une relation entre le langage et la posture, car le pied a un rôle crucial dans la posture verticale et la stabilité d'un individu. La préférence podale pour la droite serait plus liée au langage que la préférence manuelle, car les gens ayant une dominance pour le pied droit ont aussi une dominance pour l'oreille droite même s'ils sont gauchers au niveau de la main (WARD & HOPKINS 1993).

La théorie de l'origine posturale laisse entendre que la latéralité manuelle chez les primates non humains est la même que chez les humains et que les asymétries hémisphériques cérébrales sont aussi similaires, ou du moins correspondent chez les humains comme chez tous les primates actuels et éteints. Falk (1987) ne considère pas que la préférence manuelle, qu'elle soit droitière ou gauchère, est la même chez les humains. Cela ne veut pas dire qu'elle considère la théorie de MacNeilage (dans WARD & HOPKINS 1993) comme étant fautive, mais, plutôt incomplète. En fait, la préférence manuelle doit être vue dans un tout comprenant les autres fonctions cognitives asymétriques (FALK 1987 ; PAPADEMETRIOU *et al.* 2005).

Au départ, les deux mains sont nécessaires à la locomotion quadrupède. Mais, cela n'empêche pas une certaine latéralisation. La main droite étant utilisée comme support, la main gauche et l'hémisphère droit se spécialisent dans l'observation et l'atteinte d'un objet. Plus la posture verticale est libérée du support, plus la main droite devient spécialisée dans la manipulation (CORBALLIS 1989 ; LAZENBY 2002, BRENOT 1993).

Selon Corbetta (CORBETTA 2005), pour qu'on soit capable de faire des mouvements précis avec les deux mains, trois composantes sont indispensables : une posture stable, une préférence manuelle, ou du moins une spécialisation fonctionnelle, stable pour chaque main, et une coordination fine entre les deux mains. Ces composantes demandent une interaction stable et dynamique entre chacune d'elles afin d'obtenir des mouvements adéquats, surtout en ce qui concerne la fabrication d'outils. De la stabilité au niveau de la posture, de la préférence manuelle et de la coordination sont essentielles. C'est par l'adoption d'une posture bipède que les premiers hominines ont pu se spécialiser dans la fabrication d'outils, activité qui nécessite une bonne dextérité, une bonne coordination et une préférence manuelle. Toujours selon Corbetta (*ibid.*), c'est grâce à l'adoption d'une posture stable debout que la latéralité manuelle a pu se réaliser. L'émergence de la bipédie a apporté plusieurs changements anatomiques qui ont permis une adaptation à ce mode de locomotion, mais on voit aussi un accroissement du cerveau et de sa latéralisation, ainsi que des mains, qui deviennent encore plus manipulatrices. La bipédie aurait ainsi fourni des conditions propices au développement de comportements manuels plus complexes et spécialisés (*ibid.*).

On peut observer que chez les jeunes enfants, la position verticale (assis ou debout) contribue à une plus grande préférence manuelle contrairement à une position plus horizontale (à quatre pattes ou allongé) où la préférence manuelle n'est peu ou pas exprimée durant des tâches manuelles. Ces résultats sont les mêmes chez les grands singes, qui ont davantage une préférence manuelle lors d'activités qui exigent une position verticale plutôt que lorsqu'ils sont quadrupèdes (CORBETTA 2005). On déduit donc que la posture amène une force et une stabilité différente de la main, selon qu'elle est plus verticale ou horizontale. La coordination manuelle serait donc liée à l'adoption d'une posture verticale habituelle, et donc à la bipédie. La locomotion quadrupède demande un mouvement plus alternatif entre les deux côtés du corps et donc une latéralité plus symétrique entre la gauche et la droite, ainsi qu'entre le membre antérieur et le membre postérieur. C'est aussi ce qu'on remarque chez les enfants (*ibid.*). Lorsqu'ils se déplacent en rampant, ils ne démontrent pas de préférence manuelle, même lorsqu'ils sont assis. Lorsqu'ils se mettent à marcher, ils développent une plus grande coordination manuelle pour se tenir en équilibre, mais une préférence manuelle est peu exprimée. C'est alors qu'ils acquièrent une meilleure stabilité que les activités latéralisées sont plus présentes. La main, et tout le bras, n'étant plus nécessaires à la locomotion, on l'utilise pour d'autres fonctions et elle a plus de coordination. La préférence manuelle devient alors progressivement de plus en plus apparente. Il en serait donc de même pour l'évolution de la latéralité, surtout manuelle, chez les hominines (*ibid.*).

CONCLUSION

L'humain ne peut se sauver de sa latéralité, que ce soit en tant qu'espèce ou en tant qu'individu. Cette latéralisation cérébrale et corporelle est mise en place très tôt dans le développement du fœtus. Cependant la question demeure encore ouverte lorsqu'on essaie de comprendre si la latéralité du cerveau cause la latéralité corporelle, ou vice-versa, et à quel point la latéralité du cerveau à un impact sur les latéralités du corps. De nombreuses théories et hypothèses ont été émises – certaines plus profondément étudiées que d'autres – et il est difficile d'évaluer laquelle est la plus valable. De plus, rien n'empêche que plusieurs facteurs soient en cause dans le développement de la latéralité – qu'ils soient reliés ou qu'ils se mettent en place parallèlement. Il est clair que nous avons besoin de plus de recherches, dans différents domaines, en vue de continuer le débat sur la question de l'origine et de la raison d'être de la latéralité, et ce, afin de mieux la cerner et de mieux la comprendre.

On sait cependant qu'il y a un fort lien entre les types de latéralité, et que les facteurs externes (hormones, stress pré et postnatal, port du bébé par la mère, etc.) ont une influence sur un processus qui s'est sûrement développé depuis plusieurs millions d'années. Il est difficile de savoir ce qui vient d'abord. Que ce soit la communication, la posture ou la manipulation, que ce soit une évolution complémentaire et parallèle ou une origine unique, la latéralisation semble être présente assez tôt chez les hominines et peut-être même bien avant la lignée humaine.

La discussion demeure tout de même présente et il n'y a pas de consensus, ni sur l'origine de la latéralité humaine ni sur comment elle se met en place au niveau individuel. Plusieurs hypothèses, théories et expérimentations apportent des regards différents sur une notion qui n'est pas toujours évaluée et analysée de la même façon d'un chercheur à l'autre. On cherche donc toujours à savoir si la latéralité a créé ce qu'on peut accomplir ou si les tâches et les activités que nous pouvons accomplir ont permis le développement de la latéralité. Néanmoins, la relation entre le cerveau et le corps est cruciale, et l'humain est le résultat de cette relation étroite et de la latéralité.

Ouvrages cités

- ANNETT, Marian. 2002. *Handedness and Brain Asymmetry: The Right Shift Theory*. Hove : Psychology Press.
- . 1972. "The Distribution of Manual Asymmetry." *British Journal of Psychology* 63(3) : 343-358.
- BALZEAU, Antoine, Emmanuel GILISSEN et Dominique GRIMAUD-HERVÉ. 2012. "Shared Pattern of Endocranial Shape Asymmetries among Great Apes, Anatomically Modern Humans, and Fossil Hominins." *PLOS ONE* 7(1).
- BARGALLÓ, Amèlia, Marina Mosquera et Sergi LOZANO. 2017. "In Pursuit of Our Ancestors' Hand Laterality." *Journal of Human Evolution* 111 : 18-32.
- BRENOT, P.H. 1993. "Lateralised Handedness, Bipedalism and Cortical Specialisation." Dans H. Preuschoft et D.J. Chivers (éd.) *Hands of Primates*, Springer, New York : 45-53.
- CAMPBELL, Julie M., Emily C. MARCINOWSKI et George F. MICHEL. 2017. "The Development of Neuromotor Skills and Hand Preference during Infancy." *Developmental Psychobiology* 60(2) : 165-175.
- CARTMILL, Erica A., Sian BEILOCK et Susan GOLDIN-MEADOW. 2012. "A Word in the Hand: Action, Gesture and Mental Representation in Humans and Non-Human Primates." *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 367(1585) : 129-143.
- CASHMORE, Lisa, Natalie UOMINI et Amandine CHAPELAIN. 2008. "The Evolution of Handedness in Humans and Great Apes: A Review and Current Issues." *Journal of Anthropological Sciences* 86 : 7-35.
- CHAN, Yoo Kuen & Pui San LOH. 2016. "Handedness in Man: The Energy Availability Hypothesis." *Medical Hypotheses* 4 : 108-111.
- COCHET, Hélène & Richard W. BYRNE. 2013. "Evolutionary Origins of Human Handedness: Evaluating Contrasting Hypotheses." *Animal Cognition* 16(4) : 531-542.
- CORBALLIS, Michael C. 1989. "Laterality and Human Evolution." *Psychological Review* 96(3) : 492-505.
- CORBETTA, D. 2005. "Dynamic Interactions between Posture, Handedness, and Bimanual Coordination in Human Infants: Why Stone Knapping might be a Uniquely Hominin Behaviour." Dans V. Roux et B. Bril (éd.) *Stone knapping: the Necessary Conditions for a Uniquely Hominin Behaviour*, McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, UK : 187-204.
- FALK, Dean. 1987. "Brain lateralization in primates and its evolution in hominids." *American Journal of Physical Anthropology* 30 : 107-125.

- FAURIE, Charlotte & Michel RAYMOND. 2013. "The fighting hypothesis as an evolutionary explanation for the handedness polymorphism in humans: where are we?" *Annals of the New York Academy of Sciences* 1288(1): 110-113.
- FORRESTER, Gillian S., Caterina QUARESMINI, David A. LEAVENS, Denis MARESCHAL et Michael S.C. THOMAS. 2013. "Human Handedness: An Inherited Evolutionary Trait." *Behavioural Brain Research* 237: 200-206.
- HOLDER, M.K. 2005. "Investigating Manual Specializations in Extant and Extinct Hominins." Dans V. Roux et B. Bril (éd.) *Stone knapping: the Necessary Conditions for a Uniquely Hominin Behaviour*, McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, UK: 205-216.
- HOPKINS, William D. 2004. "Laterality in Maternal Cradling and Infant Positional Biases: Implications for the Development and Evolution of Hand Preferences in Nonhuman Primates." *International Journal of Primatology* 25(6): 1243-1265.
- HOPKINS, W.D., K.A. BARD, A. JONES et S.L. BALES. 1993. "Chimpanzee Hand Preference in Throwing and Infant Cradling: Implications for the Origin of Human Handedness." *Current Anthropology* 35(5): 786-790.
- HOPKINS, William D. & Claudio CANTALUPO. 2008. "Theoretical Speculations on the Evolutionary Origins of Hemispheric Specialization." *Current Directions in Psychological Science* 17(3): 233-237.
- LAZENBY, Richard A. 2002. "Skeletal Biology, Functional Asymmetry and the Origins of 'Handedness'." *Journal of Theoretical Biology* 218(1): 129-138.
- LE ROBERT. 2021. « Latéralité ». *Dictionnaire en ligne*: <<https://dictionnaire.lerobert.com/definition/lateralite>>.
- LIU, Hesheng, Steven M. STUFFLEBEAM, Jorge SEPULCRE, Trey HEDDEN et Randy L. BUCKNER. 2009. "Evidence from Intrinsic Activity That Asymmetry of the Human Brain Is Controlled by Multiple Factors." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(48): 20499-20503.
- LLAURENS, V., M. RAYMOND et C. FAURIE. 2009. "Why Are Some People Left-Handed? An Evolutionary Perspective." *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 364(1519): 881-894.
- LOFFING, Florian, Norbert HAGEMANN, Bernd STRAUSS et Clare MACMAHON. 2016. *Laterality in Sports: Theories and Applications*. London: Academic Press.
- MACNEILAGE, Peter F. 2006. "Evolution of Whole-Body Asymmetry Related to Handedness." *Cortex* 42(1): 94-95.
- MILENKOVIC, Sanja, Katarina PAUNOVIC et Dusica KOCIJANCIC. 2016. "Laterality in Living Beings, Hand Dominance, and Cerebral Lateralization." *Srpski Arhiv Za Celokupno Lekarstvo* 144(5-6): 339-344.
- PAPADEMETRIOU, Eros, Ching-Fan SHEU et George F. MICHEL. 2005. "A Meta-Analysis of Primate Hand Preferences, Particularly for Reaching." *Journal of Comparative Psychology* 119(1): 33-48.
- SATZ, Paul & Michael FOSTER GREEN. 1999. "Atypical Handedness in Schizophrenia: Some Methodological and Theoretical Issues." *Schizophrenia Bulletin* 25(1): 63-78.
- SCHAAFSMA, S.M., B.J. RIEDSTRA, K.A. PFANNKUCHE, A. BOUMA, et T.G.G. GROOTHUIS. 2009. "Epigenesis of Behavioural Lateralization in Humans and Other Animals." *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 364(1519): 915-927.
- SHAW, Colin N. 2011. "Is 'Hand Preference' Coded in the Hominin Skeleton? An in-Vivo Study of Bilateral Morphological Variation." *Journal of Human Evolution* 61(4): 480-487.
- SMAERS, Jeroen B., James STEELE, Charleen R. CASE et Katrin AMUNTS. 2014. "Laterality and the Evolution of the Prefronto-Cerebellar System in Anthropoids." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1288: 59-69.
- STEELE, James & Simon MAYS. 1995. "Handedness and directional asymmetry in the long bones of the human upper limb." *International Journal of Osteoarchaeology* 5(1): 39-49.
- STEELE, J. & N. UOMINI. 2005. "Humans, Tools and Handedness." Dans V. Roux et B. Bril (éd.) *Stone knapping: the Necessary Condition for a Uniquely Hominin Behaviour*, McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, UK: 217-242.
- STROCANOVA, T.A., N.P. PUSHINA, E.V. OREKHOVA, I.N. POSIKERA et M.M. TSETLIN. 2004. "Functional Brain Asymmetry and Individual Differences in Hand Preference in Early Ontogeny." *Human Physiology* 30(1): 14-23.
- UOMINI, Natalie T. & Lana RUCK. 2018. "Manual Laterality and Cognition through Evolution: An Archeological Perspective." Dans G.S. Forrester, W.D. Hopkins, K. Hudry et A. Lindell (éd.) *Cerebral Lateralization and Cognition: Evolutionary and Developmental Investigations of Behavioral Biases*, coll. Progress in Brain Research 238, Elsevier: 295-323.
- WARD, Jeannette P. & William D. HOPKINS. 1993. *Primate Laterality. Recent Research in Psychology*. New York, NY: Springer-Verlag.
- WIBERG, Akira, Michael NG, Yasser AL OMRAN, Fidel ALFARO-ALMAGRO, Paul MCCARTHY, Jonathan MARCHINI, David LBENNETT, Stephen SMITH, Gwenaëlle DOUAUD et Dominic FURNISS. 2019. "Handedness, language areas and neuropsychiatric diseases: insights from brain imaging and genetics." *Brain* 142(10): 2938-2947.

Valerie Deschênes
 Candidate au doctorat en anthropologie
 Université de Montréal
 valerie.deschenes.1@umontreal.ca