

DOCUMENT

Le sexe du cerveau

D'après DOREEN KIMURA, "Pour la Science", n° 181, novembre 1992

Les femmes et les hommes diffèrent par leur physique et aussi par leur façon de résoudre les problèmes. On a longtemps prétendu que ces différences étaient minimales et qu'elles résultaient d'expériences différentes, au cours du développement, mais les hormones sexuelles agissent si tôt sur l'organisation du cerveau qu'à la naissance le cerveau des filles diffère déjà de celui des garçons. Il semble impossible de distinguer les effets de l'expérience de la prédisposition physiologique.

Des études comportementales, neurologiques et endocrinologiques ont déterminé les mécanismes qui aboutissent à la différenciation sexuelle du cerveau. L'étude des effets des hormones sur le fonctionnement cérébral, tout au long de la vie, indique que les pressions évolutives à l'origine de ces différences laissent une certaine flexibilité des facultés cognitives entre les deux sexes.

Les performances aux tests cognitifs

Le quotient intellectuel (le QI) semble identique chez les femmes et chez les hommes, mais on sait combien les facultés intellectuelles varient selon les individus : certains sont doués pour le maniement des mots, d'autres pour celui des objets ; de même, deux individus qui ont la même intelligence globale, peuvent avoir des facultés différentes.

Masculinisation et féminisation

À l'exception des chromosomes sexuels, les hommes et les femmes ont le même patrimoine génétique ; d'où viennent donc ces différences ? Vraisemblablement de l'influence des hormones lors du développement du cerveau. *In utero*, les œstrogènes et les androgènes (notamment la testostérone) assurent la différenciation sexuelle du fœtus. Chez les mammifères, notamment dans l'espèce humaine, les individus ont initialement le potentiel de devenir soit des mâles, soit des femelles. Quand les cellules de l'embryon ont un chromosome Y, le développement des testicules commande le développement masculin. Cependant, quand les testicules ne produisent pas d'hormones masculines, ou quand les hormones n'agissent pas sur les tissus, l'individu évolue vers le genre féminin.

Une fois les testicules constitués, ils produisent deux substances qui permettent le développement des caractères masculins : d'une part, la testostérone permet la formation des canaux mâles efférents et détermine, après conversion en dihydrotestostérone, la formation des organes génitaux externes, le scrotum et le pénis ; d'autre part, l'hormone antimüllérienne assure la régression des canaux de Müller qui, sinon, deviendraient l'utérus, les trompes et la partie supérieure du vagin. Toute anomalie, lors de ce développement, aboutit à une masculinisation incomplète.

Les hormones sexuelles, responsables de la masculinisation des organes génitaux, participent également à l'établissement précoce de comportements mâles. Comme il est exclu de modifier expérimentalement l'état hormonal de fœtus humains, nos connaissances des relations entre les hormones et le comportement résultent essentiellement d'études comportementales réalisées sur des animaux : de façon générale, les animaux privés d'hormones mâles semblent avoir des comportements spécifiques des femelles.

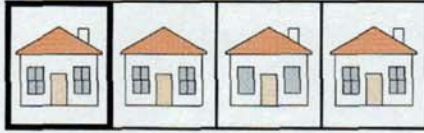
Lorsqu'un rongeur ayant des organes génitaux masculins fonctionnels est privé d'androgènes immédiatement après sa naissance (par castration ou par l'administration d'un produit qui bloque l'action des hormones mâles), son comportement sexuel est inhibé : il ne cherche pas à monter les femelles qui lui sont présentées et adopte, au contraire, la lordose caractéristique du comportement sexuel des femelles. Inversement, quand on administre des androgènes à une femelle juste après sa naissance, elle présente, à l'âge adulte, un comportement sexuel plutôt mâle que femelle.

Bruce McEwen et ses collègues de l'Université Rockefeller ont montré que, chez le rat, les deux mécanismes de déféminisation et de masculinisation résultent de modifications biochimiques différentes et qu'ils ne surviennent pas au même âge. La testostérone peut se transformer soit en œstradiol, l'hormone féminine la plus active, soit en dihydrotestostérone. Chez le rat, la déféminisation survient surtout après la naissance, par imprégnation des tissus par les œstrogènes, tandis que la masculinisation, due à la dihydrotestostérone et aux œstrogènes, survient plutôt avant la naissance qu'après.

Les œstrogènes semblent avoir une action paradoxale : ils participent à la masculinisation, mais les femelles en produisent, et leur mère leur en communique également pendant la gestation... En fait, une protéine sanguine qui capte l'œstradiol protège les femelles : l'alpha-fœtoprotéine se lie à l'œstradiol circulant dans le sang et l'empêche d'atteindre les neurones. Comme l'alpha-fœtoprotéine ne fixe pas la testostérone, la testostérone testiculaire des mâles peut atteindre le cerveau, où elle est transformée en œstradiol, qui produit la différenciation sexuelle (voir *Hormones et tissu nerveux*, par Bruce McEwen in *Ces hormones qui nous gouvernent*, Bibliothèque *Pour la Science*).

Les tests où les femmes sont les meilleures

Les femmes réussissent généralement mieux que les hommes dans les tests où intervient la rapidité de perception, par exemple quand on demande d'identifier rapidement des objets appariés (les deux maisons identiques) :



En outre, les femmes se souviennent bien si l'on a déplacé un objet ou une série d'objets :



Les femmes ont également de meilleurs résultats dans certains tests qui évaluent la rapidité d'association, tels ceux où l'on doit énoncer le maximum d'objets de la même couleur, ou de mots qui commencent par la même lettre :

	Libre, Liège, Lierre, Lieu, Lièvre, Ligne, Ligue, Lilas, Limace, Limite, Limon, Lin, Linge, Lion, Livre, Lit...
--	---

Les femmes ont également une meilleure coordination motrice et une bonne précision manuelle ; elles placent plus facilement des plots dans des trous :

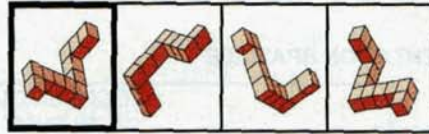


Enfin elles réussissent mieux les tests de calculs arithmétiques :

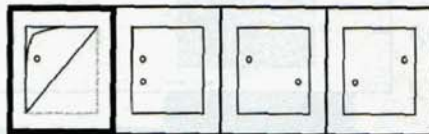
77	$14 \times 3 - 17 + 52$
43	$2(15 + 3) + 12 - \frac{15}{3}$

Les tests où les hommes sont les meilleurs

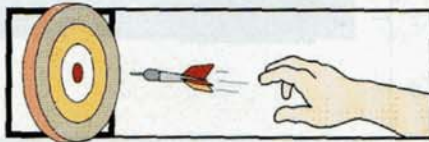
Les hommes réussissent mieux que les femmes les tests d'orientation spatiale. Ils font bien tourner en pensée un objet tridimensionnel.



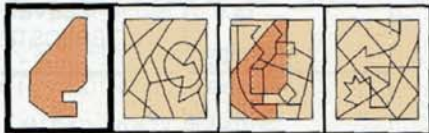
De même, ils trouvent aisément où seront placés des trous dans une feuille de papier repliée, lorsqu'on l'aura dépliée :



Les hommes sont également plus précis que les femmes dans les tâches motrices qui consistent à atteindre une cible, et à guider ou à intercepter des projectiles :



Ils réussissent mieux à retrouver une forme simple, telle celle de gauche, dissimulée dans une figure complexe :



Enfin les hommes sont généralement meilleurs aux tests de raisonnement mathématique :

1 100	Si 60 pour cent seulement de jeunes arbustes survivent, combien doit-on en planter pour obtenir 660 arbres ?
--------------	--

1. LES CHEMINS sont mémorisés différemment par les hommes et par les femmes. Des tests ont montré que les femmes se souviennent plutôt de repères, tels le puits ou l'arbre situé à la bifurcation de la route, sur ce tableau intitulé Le vieux seau en chêne, de Grandma Moses (1860-1961) ; au contraire, les hommes retiennent plus rapidement les routes, mais se souviennent moins bien des repères : ils ont un meilleur sens de l'orientation et de la direction.

C'est dans l'hypothalamus que se structurent les comportements reproducteurs mâle et femelle. Cette petite structure, à la base du cerveau, est reliée à l'hypophyse, qui commande les autres glandes endocrines de l'organisme. Roger Gorski et ses collègues de l'Université de Los Angeles ont montré qu'une région de l'aire pré-optique, dans l'hypothalamus, est nettement plus grosse chez les rats mâles que chez les rats femelles ; l'augmentation de la taille, chez les mâles, est due aux hormones mâles présentes juste après la naissance, et, dans une certaine mesure, avant la naissance. Cette différence existe aussi dans l'espèce humaine.

D'autres études encore inachevées semblent montrer que le comportement sexuel résulte d'autres différences anatomiques. Notamment, en 1991, Simon LeVay, de l'Institut Salk, a découvert qu'une des régions du cerveau qui est généralement plus développée chez les hommes que chez les femmes - un noyau interstitiel de l'hypothalamus antérieur - est plus petit chez les hommes homosexuels que chez les hommes hétérosexuels. Cette observation, si elle est confirmée, montrerait que les préférences sexuelles ont un fondement biologique. Cependant la prudence est de mise : dans ce résultat, comme dans la plupart de ceux qui seront abordés ultérieurement, on doit s'interroger sur la relation de causalité qui lie le comportement ou les performances cognitives à l'anomalie anatomique ou hormonale.

Les hommes homosexuels et hétérosexuels auraient également des résultats différents aux tests cognitifs : les homosexuels semblent avoir de moins bons résultats que les hétérosexuels aux tests de visualisation dans l'espace et de visée d'une cible ; en revanche, leur capacité d'association, révélée par l'établissement d'une liste d'objets de couleur particulière, semble meilleure.

L'exploration de telles différences, qui commence seulement, devra tenir compte de l'influence du mode de vie sur les performances des différents groupes. Comme ces résultats portent sur de grands nombres d'individus, chacun pouvant avoir des résultats plus ou moins éloignés de la moyenne de leur groupe, ces études représentent une source potentielle d'informations sur les fondements physiologiques des structures cognitives.

Le rôle des hormones

L'administration précoce d'hormones sexuelles semble avoir des conséquences qui persistent tout au long de la vie, parce que les hormones perturbent le fonctionnement cérébral durant une période critique du développement ; au contraire, administrées plus tard, ces mêmes hormones n'ont plus les mêmes effets. Les hormones n'agissent pas seulement sur les comportements sexuels ou sur la reproduction, mais semblent déterminer tous les comportements où mâles et femelles diffèrent : la résolution d'un problème, l'agressivité et la tendance des jeunes mammifères mâles à se battre. En agissant sur le noyau amygdalien plutôt que sur l'hypothalamus, la dihydrotestostérone engendrerait la prédisposition aux combats ludiques des jeunes mâles rongeurs.

La résolution des problèmes est également différente chez les rats mâles et femelles : comme les femmes, les rates utilisent plus souvent les repères dans les tâches d'apprentissage spatial ; elles se servent d'indications, tels des dessins sur les murs, plutôt que des repères géométriques, tels les coins ou la forme des pièces. Cependant, en l'absence de repères non géométriques, elles recourent à des repères géométriques. Au contraire, les mâles utilisent presque exclusivement des repères géométriques.

La perturbation de la régulation hormonale au cours de la période critique modifie ces comportements : la castration de nouveau-nés mâles, qui les prive de testostérone, ou l'administration d'estrogènes à des nouveau-nés femelles inverse totalement les comportements sexués des animaux adultes (les estrogènes en excès ont parfois un effet masculinisant au cours du développement cérébral chez les femelles). Les femelles traitées se conduisent comme des mâles, et les mâles traités, comme des femelles.

Les différences de comportements qui sont révélés lors des tests d'orientation résultent probablement d'avantages reproductifs qui ont été sélectionnés au cours de l'Évolution. Steven Gaulin et Randall FitzGerald, de l'Université de Pittsburgh, ont étudié, chez les campagnols, le succès reproductif en fonction de la faculté d'orientation : dans certaines espèces, les mâles qui s'accouplent à plusieurs femelles doivent parcourir de longues distances et ont intérêt à bien se repérer. De fait, seuls les campagnols des espèces polygames se sont révélés présenter des différences entre sexes lors des tests en labyrinthes de laboratoire ; les campagnols mâles monogames et les femelles de la même espèce obtiennent des résultats identiques.

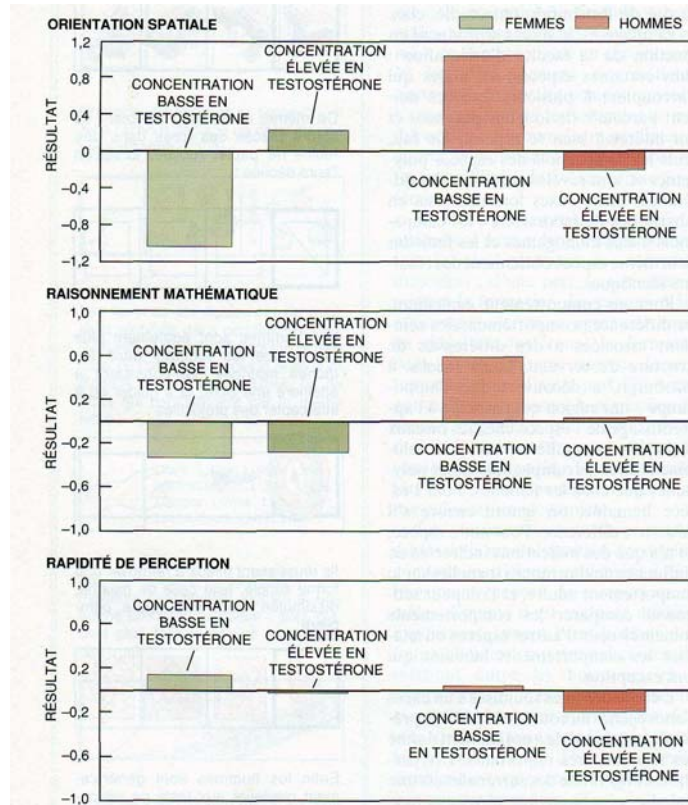
Pour ce comportement également, les différences comportementales semblent associées à des différences de structure du cerveau. Lucia Jacobs, à Pittsburgh, a découvert que l'hippocampe - une région qui participe à l'apprentissage de l'espace chez les oiseaux et chez les mammifères - est plus volumineux chez les campagnols mâles polygames que chez les femelles. Pour l'espèce humaine, on ignore encore s'il existe une différence. Pour notre espèce, on n'a que des indications indirectes de l'influence des hormones sexuelles sur le comportement adulte, et l'on peut seulement comparer les comportements humains à ceux d'autres espèces ou analyser les comportements humains qui font exception.

L'étude des filles soumises à un excès d'androgènes au cours de la période prénatale ou néonatale a notamment donné des résultats très importants. L'hyperplasie congénitale des surrénales est une maladie génétique qui provoque une surproduction d'androgènes surrénaliens et, jusque vers 1970, les mêmes symptômes apparaissaient chez les fillettes dont la mère avait absorbé trop de stéroïdes de synthèse pendant la grossesse. Chez les toutes jeunes fillettes, on corrige la masculinisation des organes génitaux en administrant des traitements qui bloquent l'hyperproduction des androgènes, mais les conséquences de l'exposition cérébrale aux androgènes pendant la période prénatale sont irréversibles.

Les filles exposées à des quantités excessives d'androgènes sont des «garçons manques», plus agressives que leurs sœurs indemnes. Cette conclusion, fondée sur des entretiens avec les patientes ou avec leur mère, sur des rapports des

professeurs ou sur des questionnaires remplis par ces petites filles elles-mêmes, est contestable parce que les réponses ne sont pas toujours parfaitement objectives, mais on a aussi comparé les comportements de jeux de fillettes atteintes d'hyperplasie congénitale des surrénales et de leurs frères et sœurs indemnes, en leur proposant divers jeux ; les filles atteintes d'hyperplasie congénitale des surrénales préfèrent spontanément les jouets typiquement masculins ; elles jouent, par exemple, autant que les garçons avec les voitures. Ces études montrent que, de façon statistiquement significative, les filles atteintes d'hyperplasie congénitale des surrénales et les garçons ne choisissent pas les mêmes jeux que les filles indemnes. Comme les parents encouragent vraisemblablement tout autant les préférences féminines chez leurs filles atteintes que chez leurs filles indemnes, c'est sans doute l'environnement hormonal précoce qui modifie les préférences des fillettes.

De surcroît, les capacités d'orientation spatiale, généralement meilleures chez les garçons que chez les filles, sont également bonnes chez les fillettes atteintes d'hyperplasie congénitale des surrénales : elles réussissent mieux que leurs sœurs indemnes les tests de manipulation et de rotation d'objets dans l'espace, ainsi que les tests d'identification d'une figure simple cachée dans une figure complexe. Enfin, aux tests qui explorent la perception, les facultés de locution ou le raisonnement, leurs performances sont identiques à celles des filles normales.



2. LES PERFORMANCES COGNITIVES des hommes et des femmes varient selon leur état hormonal. Les femmes dont la concentration en testostérone est élevée, en moyenne, ont de meilleurs résultats aux tests d'orientation spatiale que les femmes dont la concentration hormonale est basse (en haut) ; chez les hommes, c'est l'inverse. Aux tests qui explorent le raisonnement mathématique (au milieu), une faible concentration en testostérone correspond à de meilleures performances chez les hommes. Dans un test de rapidité de perception, où les femmes excellent généralement (en bas), on ne retrouve pas de relation entre la concentration en testostérone et la performance, ni chez les hommes, ni chez les femmes.

Une organisation asymétrique

Contrairement à ce que semblent montrer toutes ces expériences, la performance aux tests d'orientation spatiale ne résulte pas directement d'une exposition aux hormones mâles, car, en 1983, Valérie Shute et ses collègues de l'Université de Santa Barbara ont remarqué que les capacités n'augmenteraient pas proportionnellement à la concentration en androgènes. V. Shute a mesuré la concentration en androgènes dans le sang d'étudiants et d'étudiantes et a formé deux groupes pour chaque sexe : ceux dont la concentration était élevée en androgènes, et ceux dont la concentration était faible. Tous les hommes étaient regroupés dans un même groupe, et les femmes dans un autre (les androgènes sont présents en très faible concentration chez les femmes), mais les meilleurs résultats aux tests d'orientation spatiale étaient obtenus par les femmes qui avaient les concentrations supérieures en androgènes - dans le groupe des femmes - et par les hommes dont la concentration en androgènes était inférieure - dans le groupe des hommes.

Avec Catherine Gouchie, nous avons repris cette étude en mesurant les concentrations en testostérone dans la salive et en ajoutant des tests qui explorent le raisonnement mathématique et la rapidité de perception. Nos résultats ont confirmé ceux de V. Shute : les hommes dont la concentration en testostérone est basse ont des performances supérieures à ceux dont la concentration est élevée, tandis que, pour les femmes, le classement est inversé. Une concentration optimale en hormones mâles semble conférer des capacités d'orientation spatiale optimales.

Si nous n'avons pas trouvé de corrélation entre les concentrations en testostérone et les performances aux tests de rapidité de perception, les résultats aux tests de raisonnement mathématique ressemblaient à ceux des tests d'orientation dans l'espace : les hommes dont les concentrations en androgènes étaient basses avaient de meilleurs résultats que les autres ; dans le groupe des femmes, aucune différence significative n'est apparue. Ces constatations corroborent d'autres études qui semblent montrer que les capacités mathématiques ont un fondement biologique indépendant de l'environnement. « Quand des résultats tels que ceux-ci sont fondés sur des analyses statistiques, certaines relations causales semblent s'imposer. Toutefois l'intuition est souvent prise en défaut, et la détermination des causes souvent difficile. Notamment, on connaît mal les relations entre les concentrations hormonales à l'âge adulte et les concentrations au cours du développement, lorsque les facultés semblent s'organiser dans le système nerveux. Nous sommes encore loin de connaître les mécanismes qui sous-tendent les capacités cognitives humaines.

On peut également explorer les différences entre le cerveau des hommes et celui des femmes en comparant les fonctions de certains systèmes cérébraux et, notamment, en étudiant les personnes dont certaines régions spécifiques du cerveau sont lésées. C'est ainsi que l'on a montré l'importance de l'hémisphère cérébral gauche pour le langage, et celle de l'hémisphère droit pour certaines fonctions perceptives et spatiales.

Les capacités verbales et d'orientation spatiale semblent assurées plus symétriquement par les deux hémisphères chez les femmes que chez les hommes : certaines parties du corps calleux, un centre nerveux important qui assure la connexion entre les deux hémisphères cérébraux, seraient plus développées chez la femme ; les techniques d'exploration du cerveau chez des sujets sains révèlent que l'asymétrie est parfois moins marquée chez les femmes, et que les lésions d'un hémisphère cérébral a moins de conséquences que chez un homme. De surcroît, en 1982, Marie-Christine de Lacoste, à Yale, et Ralph Holloway, à New York, ont observé que la partie postérieure du corps calleux, nommée splénium, semble plus développée chez les femmes que chez les hommes. Cette dernière observation avait été à la fois confirmée et réfutée, parce que l'on avait initialement méconnu que la forme du corps calleux change avec l'âge, mais des analyses récentes ont confirmé que la taille du splénium change en fonction du sexe.

Les neurophysiologistes s'intéressent au corps calleux, car ils pensent que le nombre des fibres qui connectent les deux hémisphères est proportionnel à la taille de cette structure. Si les connexions étaient plus nombreuses chez les femmes, leurs hémisphères communiqueraient mieux. Malheureusement, bien que les hormones sexuelles semblent modifier la taille du corps calleux chez le rat, on ignore encore si le nombre de fibres diffère selon le sexe. En outre, on n'a pas encore démontré que les différences, liées au sexe, des fonctions cognitives correspondent à des différences de taille du corps calleux. Les nouvelles méthodes d'imagerie du cerveau devraient nous aider dans ces études. Depuis longtemps, les neurologues supposent que le cerveau masculin fonctionne de façon plus asymétrique que le cerveau féminin et que les androgènes augmentent les capacités de l'hémisphère droit. En 1981, on observa que le cortex droit est plus épais que le gauche chez les rats mâles, mais pas chez les femelles et, plus récemment, il apparut que cette asymétrie est en partie due à l'action des hormones au cours du développement : les androgènes ralentiraient la croissance du cortex gauche. En 1991, M.-C. de Lacoste et ses collègues ont retrouvé ces particularités chez les fœtus humains : chez les fœtus masculins, le cortex droit est plus épais que le gauche.

Bien que l'on ait aujourd'hui plusieurs raisons de supposer que l'asymétrie entre les deux hémisphères n'est pas identique chez les hommes et chez les femmes, les confirmations de cette hypothèse restent ténues et controversées, et les différences d'organisation cérébrale les plus indubitables ne semblent pas liées à l'asymétrie. Ainsi, si les capacités d'orientation spatiale des hommes et des femmes résultaient de structures différentes de l'hémisphère droit, alors les lésions de cet hémisphère détérioreraient plus les performances spatiales des hommes que celles des femmes.

Nous avons examiné cette hypothèse en demandant à des patients qui avaient des lésions dans l'un des deux hémisphères cérébraux de faire tourner des objets mentalement. Dans l'un des tests, nous leur montrions une série de représentations d'une main gantée droite ou gauche dans différentes orientations ; le patient indiquait s'il s'agissait d'une main gauche ou d'une main droite en désignant un des deux gants qui lui étaient constamment présentés en position normale (*voir la figure 3*).

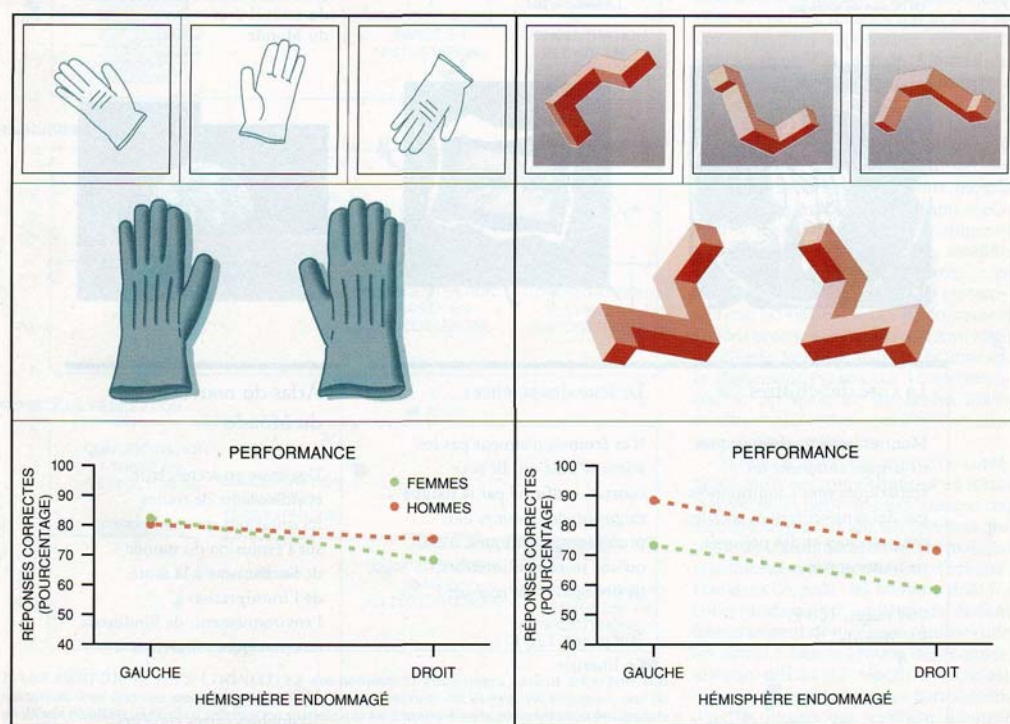
Dans un autre test, on présentait des images de groupes de cubes et leur image dans un miroir ; à partir d'une série de photographies de ces objets dans différentes orientations, les sujets devaient placer chaque photographie devant l'objet qu'elle représentait (même les patients qui ont des troubles de la parole peuvent effectuer de tels tests).

Comme on s'y attendait, les patients des deux sexes dont l'hémisphère droit était lésé avaient de moins bons résultats que ceux qui étaient atteints à l'hémisphère gauche et, comme prévu, les femmes avaient moins de facilités que les hommes à faire tourner les figures dans l'espace. Toutefois nous avons été surpris de constater que les lésions de l'hémisphère droit n'avaient pas plus de conséquences chez les hommes que chez les femmes : les différences entre les hommes et les femmes normaux, révélées par ces tests de rotation, ne proviennent pas d'une influence particulière de l'hémisphère droit ; d'autres systèmes cérébraux sont vraisemblablement responsables des meilleures performances des hommes.

De même, l'étude des troubles du langage, ou aphasies, avait contribué à accréditer l'asymétrie supérieure du cerveau masculin : comme les hommes dont l'hémisphère gauche est lésé sont davantage atteints de tels troubles que les femmes, certains neurologues avaient conclu que le langage dépendait moins de l'hémisphère gauche que de l'hémisphère droit chez les femmes. Cependant cette conclusion n'est pas encore totalement établie.

Cherchant une explication, j'ai trouvé une autre différence étonnante d'organisation cérébrale de la parole et des fonctions motrices selon le sexe : les femmes dont le cerveau antérieur est lésé souffrent plus souvent d'aphasies que les hommes ayant les mêmes lésions. Comme les lésions cérébrales localisées atteignent plus souvent la région postérieure du cerveau, chez

les deux sexes, les femmes semblent moins sujettes à l'aphasie que les hommes, parce que les régions essentielles de leur cerveau seraient moins souvent lésées.



3. **LES LÉSIONS de l'hémisphère droit perturbent autant les capacités d'orientation chez les hommes que chez les femmes** (graphes inférieurs) : la contribution de cet hémisphère aux tâches d'orientation spatiale semble comparable. Lors d'un test des capacités de rotation dans l'espace (à gauche), on présente une série de dessins d'une main droite ou gauche gantée, et les sujets doivent apparier chaque dessin à un gant droit ou gauche (en bas). Dans un autre test (à droite), les sujets doivent apparier des formes tridimensionnelles à l'une des deux images en miroir de l'objet.

Asymétrie selon la fonction

D'autres neurologues ont obtenu des conclusions semblables en étudiant les mouvements des mains, commandés par l'hémisphère gauche. L'apraxie, ou difficulté à sélectionner des mouvements appropriés des mains, est fréquente à la suite de lésions de l'hémisphère gauche, et elle est très souvent associée à des difficultés de communication. On en déduit que l'hémisphère gauche commande moins le langage proprement dit que la coordination des mouvements vocaux et manuels sur lesquels repose la communication humaine. Ces systèmes de sélection motrice sont localisés dans le cerveau antérieur chez la femme, postérieur chez l'homme.

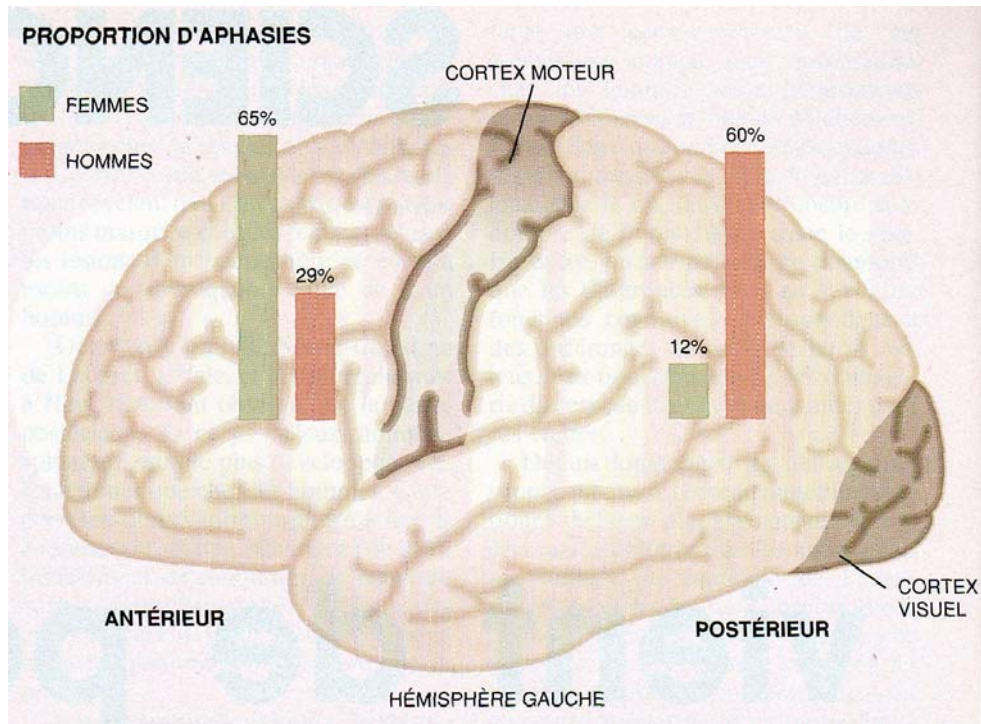
Chez la femme, la proximité du système de sélection moteur antérieur (ou système praxique) et du cortex moteur, placé juste derrière le premier, favoriserait l'habileté lors des tâches de précision. En revanche, l'habileté motrice masculine concerne surtout la précision de visée ou l'orientation dans l'espace, facultés motrices qui gagnent sans doute à être traitées dans la région postérieure du cerveau, où arrivent aussi les informations visuelles.

L'importance de la région antérieure du cerveau, chez la femme, se manifeste également lors des tests de guidage visuel, par exemple, lorsque les sujets doivent reproduire un assemblage de cubes présentés sur un schéma. Ainsi, lorsqu'ils connaissent la localisation - antérieure ou postérieure de l'hémisphère droit ou du gauche - des lésions, les neurologues évaluent la détérioration des performances cognitives qui en résulte. Ils ont ainsi montré que des lésions antérieures de l'hémisphère droit sont plus dommageables pour les femmes que des lésions postérieures. Pour les hommes, c'est le contraire.

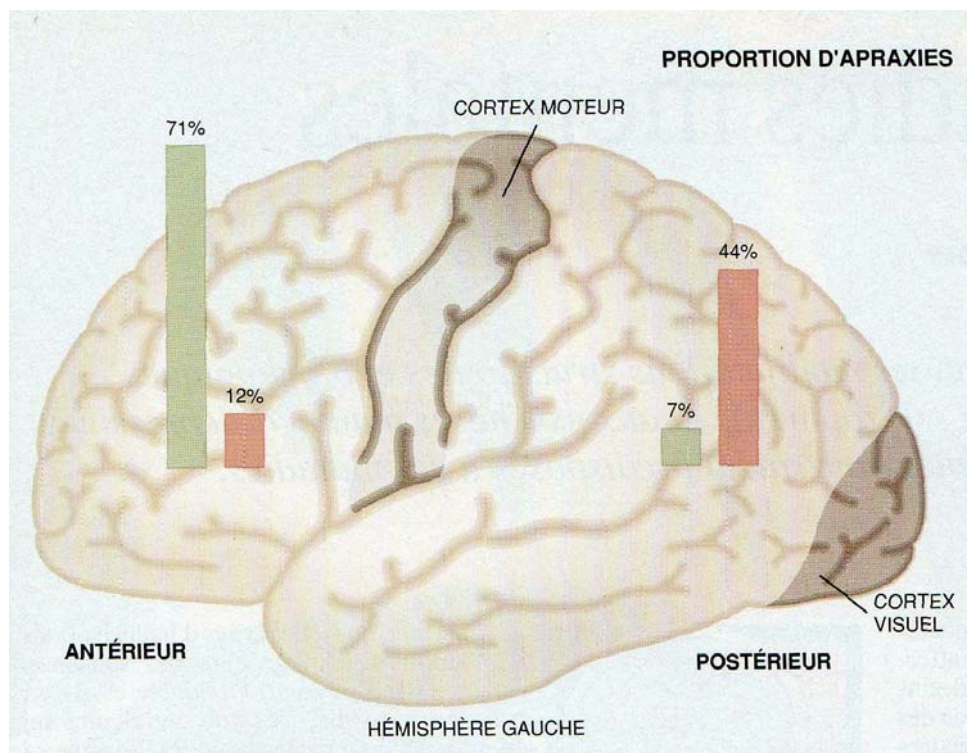
Bien que le langage élémentaire, la sélection motrice ou la rotation dans l'espace ne semblent pas plus asymétriques chez les hommes que chez les femmes, les tâches verbales plus abstraites le sont peut-être. Les résultats obtenus à des tests de vocabulaire, par exemple, sont détériorés par des lésions de l'hémisphère gauche ou de l'hémisphère droit chez les femmes, tandis que seules des lésions de l'hémisphère gauche réduisent les performances masculines : lorsque les femmes jaugent le sens des mots, elles utilisent les deux hémisphères plus également que les hommes. En revanche, les droitiers partiellement ambidextres, qui utilisent sans doute moins leur hémisphère gauche que le droit, sont plus nombreux chez les hommes que chez les femmes et, parmi les droitiers vrais, les femmes utilisent davantage leur main droite que les hommes. Ainsi l'asymétrie des systèmes cérébraux varierait plus selon la fonction que selon le sexe et serait plus marquée tantôt chez la femme, tantôt chez l'homme.

Au total, l'ensemble des études montre que les cerveaux masculins et féminins semblent s'organiser différemment dès le début de la vie, et que les hormones sexuelles commandent cette différenciation au cours même du développement. La découverte de relations entre les concentrations en certaines hormones et les fonctions cognitives à l'âge adulte fait penser que des mécanismes semblables engendreraient également des différences entre les individus de chaque sexe.

Ces structures cognitives semblent rester sensibles aux fluctuations hormonales tout au long de la vie : ainsi les performances des femmes à certains tests évoluent au cours du cycle menstruel en fonction de la concentration en estrogènes. Lorsque les concentrations en estrogènes sont élevées, les performances spatiales diminuent, tandis que les capacités motrices et verbales sont améliorées. Chez les hommes, j'ai observé des variations saisonnières des capacités spatiales : elles sont meilleures au printemps, quand les concentrations en testostérone sont basses. Il nous reste à découvrir si ces fluctuations des capacités intellectuelles ont une importance adaptative ou s'il ne s'agit que de fluctuations sans signification.



4. DES APHASIES, ou troubles du langage, surviennent généralement chez les femmes dont la partie antérieure du cerveau est lésée, et chez les hommes dont la lésion est localisée dans le cerveau postérieur.



5. L'APRAXIE, ou difficulté à sélectionner les mouvements des mains, est associée à des lésions frontales de l'hémisphère gauche chez les femmes, et à des lésions postérieures chez les hommes. Des difficultés dans l'organisation du discours sont parfois associées.

Pour comprendre les fonctions intellectuelles humaines et, notamment, les différences entre les hommes et les femmes, on doit oublier leur rôle dans la vie moderne et rechercher plutôt les mécanismes évolutifs qui les ont façonnés ; la sélection naturelle n'a pas sélectionné les individus pour qu'ils puissent lire ou travailler sur des ordinateurs, et les différences cognitives liées au sexe ont certainement procuré jadis des avantages évolutifs. Progressivement élaboré au cours des générations par la

sélection naturelle, le cerveau humain ressemble à celui de nos ancêtres d'il y a 50 000 ans (les crânes fossiles de cette époque ayant la même structure que les crânes modernes, le cerveau qu'ils contenaient devait être identique au nôtre).

Au cours des milliers d'années où leurs caractéristiques cérébrales ont évolué, les hommes et les femmes ont vécu en petits groupes de chasseurs-cueilleurs ; comme dans les sociétés contemporaines de chasseurs-cueilleurs, la division des tâches en fonction du sexe y était vraisemblablement marquée. Pour chasser le gros gibier, les hommes parcouraient de longues distances ; ils défendaient également le groupe contre les prédateurs et les ennemis à l'aide des armes qu'ils fabriquaient. Les femmes cherchaient de la nourriture à proximité des campements, assuraient l'intendance, préparaient les repas et les vêtements et s'occupaient des enfants. Ces spécialisations ont vraisemblablement exercé des pressions de sélection différentes chez les hommes et chez les femmes : pour effectuer de longs trajets, les hommes devaient avoir de bonnes capacités d'orientation et, pour chasser, ils devaient également savoir viser avec précision. Les femmes, qui ne se déplaçaient que dans des zones limitées, utilisaient vraisemblablement des repères topographiques précis ; leurs capacités motrices devaient être précises dans un espace limité ; elles devaient avoir une bonne perception des petits changements de l'environnement, ainsi que de l'apparence et du comportement de leurs enfants.

Les différences parfois notables de fonctionnement du cerveau selon les sexes font penser que les capacités et intérêts différents sont indépendants des influences sociales. Il ne me paraît pas étonnant, par exemple, que les femmes ne soient pas aussi nombreuses que les hommes dans les activités et les professions où interviennent l'orientation spatiale et le raisonnement mathématique (ingénieurs ou physiciens, par exemple) ; en revanche, je comprendrais qu'elles soient plus nombreuses dans les professions médicales, où les facultés de perception sont essentielles. Bien que chaque individu puisse accéder à un domaine qui n'est pas celui où son sexe excelle, la proportion d'hommes et de femmes varie selon les professions.

Doreen KIMURA est professeur de psychologie dans le département de neurologie de l'Université Western Ontario, à Londres.

Sex Differences In the Brain : The Relation between Structure and Fun-tion in Progress in Brain Research, sous la direction de G.J. DeVries, J.P.C. DeBruin, H.B.M. Uylings et M.A. Corner, vol. 61, Elsevier, 1984.

Masculinity/Femininity, sous la direction de J.M. Reinisch, L.A. Rosen-blum et S.A. Sanders, Oxford University Press, 1987.

Behavioral Endocrinology, sous la direction de Jill B. Becker, S. Marc Breedlove et David Crews, The MIT Press/Bradford Books, 1992.