

## COMPRENDRE LA SOUS-REPRÉSENTATION DES FEMMES DANS LE DOMAINE DES MATHÉMATIQUES : L'APPORT DES NEUROSCIENCES

\*Elsa-Lou Risse<sup>1</sup>

1. Collège Sainte-Croix, Fribourg, Version retravaillée du travail réalisé dans le cadre du Concours national Science et Jeunesse, mars 2024

**\*Auteure correspondante** : Elsa-Lou Risse Nom [elsa-lou.risse@bluewin.ch](mailto:elsa-lou.risse@bluewin.ch)

**Citation** : Risse, E.-L. (2025). Comprendre la sous-représentation des femmes dans le domaine des mathématiques : l'apport des neurosciences. *Cortica*, 4(2) 344-380.  
<https://doi.org/10.26034/cortica.2025.8566>

---

### Note de l'équipe éditoriale

Cet article d'Elsa-Lou Risse conserve volontairement son style personnel afin de respecter l'intention et la richesse du travail d'origine. Notre intervention s'est limitée à des ajustements de forme : intégration au gabarit de la revue, normalisation des références au format APA 7, mise en forme des tableaux et figures aux normes APA 7, légères harmonisations typographiques et rédactionnelles, sans modification du contenu substantiel.

Ce choix est appuyé par le contexte de réalisation du travail : le projet a été élaboré dans le cadre du 59<sup>e</sup> Concours national de la Fondation Science et jeunesse (Schweizer Jugend forscht), et a reçu la mention « bien ».

En publiant ce texte dans un format non standard pour la revue, Cortica souhaite valoriser la démarche d'enquête et de médiation menée par une jeune autrice, tout en garantissant la traçabilité des sources. Les références ont été uniformisées au format APA 7 et les liens de provenance sont fournis ; le texte n'a pas vocation à représenter une revue systématique exhaustive, mais à ouvrir et nourrir le débat à partir d'un travail primé et d'une analyse documentée.

---

## Résumé

Ce travail explore la sous-représentation des femmes dans les domaines scientifiques comme les mathématiques, la physique et l'informatique malgré un accès égal à l'éducation et à la formation en Suisse. Il aborde diverses explications, notamment les stéréotypes de genre et les différences neurologiques, en se concentrant sur les avancées des neurosciences cognitives. Par l'examen des différences anatomiques et hormonales entre les sexes et en s'appuyant sur des sources scientifiques, une interview avec une experte et un sondage en ligne, la démarche fait ressortir la prépondérance des idées reçues dans l'explication des différences observées entre hommes et femmes. La technologie de l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) permet de découvrir que ce ne sont pas des différences anatomiques innées qui expliquent les variations constatées aux niveaux des performances en mathématiques et des choix de filières ; au contraire, ce sont les préjugés encore fortement ancrés dans notre société qui semblent porter la plus grande part de responsabilité, en allant même jusqu'à laisser des traces bien visibles dans les cerveaux féminins.

**Mots-clés** : domaines d'études, mathématiques, stéréotypes de genre, différences liées au sexe, IRMf, neurosciences cognitives, hormones sexuelles

## Abstract

This project explores the underrepresentation of women in scientific fields such as mathematics, physics and computer science despite equal access to education and training in Switzerland. It discusses various explanations, including gender stereotypes and neurological differences, focusing on advances in cognitive neuroscience. By examining anatomical and hormonal differences between the sexes and drawing on scientific sources, an interview with an expert and an online survey, the project highlights the predominance of preconceived ideas in explaining the differences observed between men and women. Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) technology has revealed that it is not innate anatomical differences that explain the variations observed in mathematical performance and choice of field of study; on the contrary, it is the prejudices still deeply rooted in our society that seem to bear the greatest responsibility, even leaving visible traces in women's brains.

**Keywords**: fields of study, mathematics, gender stereotypes, sex differences, fMRI, cognitive neuroscience, sex hormones

(Traduction réalisée avec l'aide de Deepl, 12 décembre 2025)

---

## Introduction

Les femmes sont aujourd'hui encore une grande minorité à étudier dans les domaines scientifiques tels que les mathématiques, la physique, ou l'informatique. Cette plus faible proportion de femmes ne semble que peu évoluer au fil du temps. En Suisse, les femmes ont pourtant accès aux mêmes études que les hommes. Mais alors, pourquoi sont-elles si peu nombreuses dans ces domaines ? Quelles sont les explications dont nous disposons aujourd'hui ? On peut aborder la problématique sous plusieurs angles comme ceux des stéréotypes de genre ou de l'histoire des femmes dans les mathématiques par exemple, mais cela a déjà été fait. C'est pourquoi j'ai choisi d'explorer l'apport des neurosciences pour tenter de comprendre ces différences. Et si sous ces stéréotypes se cachait la vérité ? Cette question parfois taboue mérite selon moi d'être approfondie. Les femmes sont-elles biologiquement moins aptes ou disposées à développer des compétences mathématiques que les hommes ? Le cerveau des femmes diffère-t-il de celui des hommes dans sa structure ou son fonctionnement ? Y a-t-il des différences structurelles dans le cerveau des femmes et des hommes qui pourraient expliquer la plus faible proportion de femmes dans les mathématiques ? Quelle contribution les avancées technologiques récentes permettant d'étudier notre système nerveux dans son fonctionnement et sa structure amènent-elles dans la compréhension de cette problématique

Cette thématique m'intéresse beaucoup car je peux constater une telle différence de représentation hommes-femmes dans mon quotidien. En effet, je suis étudiante en 3<sup>ème</sup> année au Collège Sainte-Croix à Fribourg en option physique et application des maths (PAM) et nous sommes 14 dans la classe, dont seulement quatre femmes. Je souhaite poursuivre mes études dans le domaine de la physique et des mathématiques et je me dis que s'il y a déjà peu de femmes dans ma classe maintenant alors que je ne suis qu'en troisième du collège, plus tard la situation sera encore plus déséquilibrée. Je ne peux m'empêcher de me demander pourquoi il n'y a pas davantage de femmes et j'espère parvenir à mieux le comprendre à travers ce travail

Si j'ai choisi d'aborder ma problématique sous l'angle des neurosciences et des spécificités neurologiques, c'est parce que les évolutions technologiques des dernières années dans le domaine - notamment l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) - ont été très importantes et permettent de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau. Grâce à l'apport des neurosciences cognitives, j'espère pouvoir trouver des réponses à mes questionnements.

Je précise que ce travail se concentre sur l'aspect biologique et se fonde donc sur des aspects liés au sexe et non au genre. En outre, il ne prend en compte que les sexes « homme » et « femme », sans considérer les personnes intersexes, pour des raisons pratiques (absence d'études)

Mes hypothèses de départ vont me permettre d'orienter mes recherches. Ainsi, dans un premier temps, je vais me pencher sur la piste qui me semble la plus évidente : celle qu'il y aurait peut-être des différences anatomiques entre un cerveau féminin et un cerveau masculin qui expliqueraient des performances différentes en mathématiques entre hommes et femmes.

Puis, je creuserai une autre piste, celle des hormones. Je suppose en effet qu'il pourrait y avoir d'importantes différences entre les hommes et les femmes à ce niveau. Étant moi-même une femme, je sais par expérience qu'il peut s'avérer parfois très difficile de se concentrer lors de douleurs menstruelles par exemple. J'ai déjà ressenti des telles douleurs pendant un examen de mathématiques et elles ont affecté ma concentration lors de mon évaluation. De plus, j'ai l'impression d'entendre souvent que les hormones exercent une grande influence sur le comportement. Je souhaite donc vérifier s'il s'agit d'un mythe ou de la réalité et si les différences hormonales entre les sexes pourraient exercer une influence dans le cadre de ma problématique.

Mon analyse se basera principalement sur une sélection d'articles, expériences et livres tirés de la littérature scientifique sur le sujet. Elle sera complétée par une interview avec une experte des neurosciences, ainsi qu'un sondage en ligne pour vérifier certains de mes constats.

Avant de définir le contexte scientifique actuel sur lequel ce travail se basera afin de répondre à la thématique, à savoir l'apport des neurosciences pour tenter d'expliquer pourquoi les femmes sont minoritaires dans les domaines en rapport direct avec les mathématiques, nous illustrerons notre problématique par quelques chiffres. Pour ce faire, nous nous pencherons sur quelques statistiques actuelles reflétant la répartition entre les sexes des étudiant·e·s dans les branches liées aux mathématiques en Suisse, et ce tant au niveau du secondaire II (gymnases) que de la formation tertiaire (Universités et Écoles polytechniques fédérales).

Nous poursuivrons avec une analyse des différents facteurs susceptibles d'influencer les capacités en mathématiques directement dans le cerveau. Il s'agira tout d'abord de saisir comment le cerveau fonctionne lorsqu'on effectue des tâches mathématiques (Une tâche mathématique est une activité qui engage un individu ou un groupe dans la résolution d'un problème nécessitant l'utilisation de connaissances et de compétences mathématiques, telles que le calcul, la modélisation, la logique ou la démonstration [définition personnelle]), puis d'examiner les éventuelles différences entre un cerveau masculin et féminin. Nous nous pencherons ensuite sur l'hypothèse de l'influence des hormones sur le fonctionnement du cerveau des femmes et des hommes, et intégrerons les réflexions d'une neuroscientifique que j'ai interviewée. Enfin, nous analyserons les résultats d'un sondage que j'ai réalisé afin de vérifier certains constats auxquels nous sommes parvenus au long de ce travail.

---

## Méthodologie

Ce travail est basé sur plusieurs méta-analyses et diverses expériences tirées de revues médicales et scientifiques. « La méta-analyse est une compilation et une synthèse d'études variées déjà existantes sur un sujet donné. Elle permet de solidifier et de clarifier les conclusions tirées des différentes études » (Zimmermann, 2024, para. 1) . En d'autres termes, ces sources m'ont permis de renforcer la validité de mes conclusions, car elles regroupent déjà plusieurs études différentes.

De plus, je n'ai pas choisi toutes mes sources moi-même. Avant de commencer à écrire, j'ai eu la chance d'échanger avec Mme Cherine Fahim Fahmy, docteure en sciences neurologiques et chargée de cours à l'université de Fribourg au département de médecine ainsi qu'au département de psychologie dans l'unité de psychologie clinique et de la santé. Elle m'a indiqué de nombreuses sources et m'a guidé dans le choix des études et des méta-analyses prises en compte dans ce travail.

Ainsi, mon travail ne se base pas sur du « *cherry-picking*<sup>3</sup> » (« Le cherry-picking (litt. « cueillette de cerises ») est un procédé de présentation sélective de faits ou de données qui donnent du crédit à son opinion en passant sous silence les cas qui la contredisent. » (« Cherry picking », 2025, para. 1) ), mais sur l'utilisation de méta-analyses et la prise en compte des sources les plus pertinentes et complètes selon une experte de la thématique. J'ai complété mes sources avec des livres sur le sujet ainsi qu'une interview avec Mme Fahim Fahmy. Pour terminer, j'ai élaboré un sondage, que j'ai soumis à mon entourage pour soutenir mes conclusions.

## Femmes et hommes dans les mathématiques : quelques statistiques

Bien que les femmes soient aujourd'hui bien représentées dans certaines filières scientifiques comme les sciences de la vie, leur répartition varie fortement selon le domaine et elles restent très minoritaires dans des cursus comme les mathématiques, la physique ou l'informatique. Afin d'illustrer cette réalité bien connue, nous allons tout d'abord nous pencher sur les statistiques relatives aux proportions de femmes et d'hommes dans les trois gymnases de ma ville (Fribourg), puis dans les universités et les hautes écoles en mathématiques et en physique en Suisse. Il ne s'agit pas de l'inventaire complet des statistiques sur la thématique, mais uniquement d'une représentation de ce déséquilibre par trois exemples proches de ma propre situation. Nous tenterons ensuite de comprendre quelles sont les causes de cette plus faible représentation des femmes.

À partir de la deuxième année de collège, les élèves doivent choisir une option spécifique (OS), c'est-à-dire une branche qu'ils vont étudier plus en profondeur. « L'option spécifique caractérisera

l'orientation principale que l'élève souhaite donner à ses études secondaires » (Service de l'enseignement secondaire du deuxième degré, 2024). C'est la première fois que les élèves sont amenés à choisir leur domaine d'études pendant leur cursus. Dans les collèges du canton de Fribourg, il y a dix OS à choix : Latin, Grec, Italien, Espagnol, Anglais, Physique et application des mathématiques (PAM), Biologie et Chimie, Économie et droit, Arts visuels et Musique (Collège Sainte-Croix, 2025). Le tableau 1 présente le nombre de garçons et de filles en option PAM en 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> année dans les trois collèges de la Ville de Fribourg pendant l'année scolaire 2023-2024.

**Tableau 1**

*Répartition des élèves en OS PAM selon le sexe collèges de la Ville de Fribourg, 2023-2024.*

École	Année de collège											
	2 <sup>ème</sup>				3 <sup>ème</sup>				4 <sup>ème</sup>			
	G		F		G		F		G		F	
	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n
Ste-Croix	90	19	10	2	71	10	29	4	77	17	23	5
St-Michel	88	21	12	3	80	12	20	3	76	16	24	5
Gambach	65	11	35	6	89	8	11	1	79	11	21	3

*Note.* G = garçons / F= filles

Statistiques : Direction de la formation et des affaires culturelles DFAC Fribourg, 2023-2024 (chiffres communiqués par la direction de l'établissement).

De manière générale, on remarque que les effectifs dans cette option sont relativement petits. Ils diminuent même en 3<sup>ème</sup> année. Cela pourrait s'expliquer par le nombre d'élèves qui redoublent ou changent d'option après la 2<sup>ème</sup> année, filles et garçons confondus. Mais surtout, le nombre de filles dans les classes est largement inférieur au nombre de garçons. En effet, les filles ne représentent jamais plus de 30 % des élèves de la classe, sauf en 2<sup>ème</sup> année à Gambach. Ces statistiques permettent de constater la sous-représentation des femmes dans l'OS PAM des collèges de la ville de Fribourg seulement, or la même situation est observable dans les autres cantons (Groupe de pilotage CDIP DEFR, 2019).

Si l'on s'intéresse à présent à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), les pourcentages d'étudiantes en mathématiques et en physique en 2010 et en 2019 (statistiques plus récentes indisponibles au moment de la rédaction), selon le niveau bachelor, master ou doctorat sont décrits dans le Tableau 2.

**Tableau 2**

*Pourcentages d'étudiantes en mathématiques et physique à l'EPFL, 2010 et 2019.*

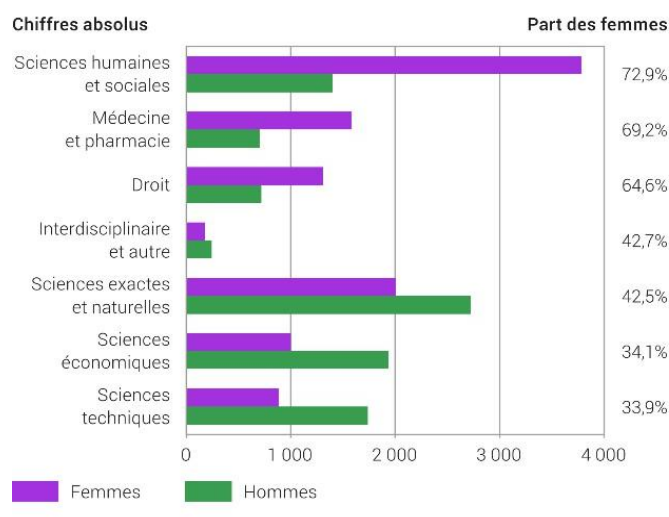
Degré	Section	2010	2019
Bachelor	Mathématiques	29	27
	Physique	19	25
Master	Mathématiques	23	23
	Physique	18	26
Doctorat	Mathématiques	27	28
	Physique	22	23

Note. Statistiques extraites du rapport Gender Monitoring 2019-2020 (Bureau de l'égalité École polytechnique fédérale de Lausanne, 2020)

Après le collège, les élèves doivent choisir à nouveau leur voie d'étude. Les universités et les hautes écoles à choix se concentrent sur une branche en particulier, contrairement au collège où les étudiants doivent encore tous suivre les mêmes cours touchant à une grande variété de domaines. La sous-représentation des femmes dans les domaines mathématiques à l'EPFL est donc bien représentative de cette minorité en Suisse en général. On constate que les femmes représentent à peine un quart des effectifs, que ce soit en mathématiques ou en physique. Par ailleurs, leur nombre évolue peu entre 2010 et 2019, sauf en master de physique. La Figure 1 regroupe les écoles universitaires suisses et permet d'observer la proportion de femmes et d'hommes dans les différentes filières.

**Figure 1**

*Entrées dans les hautes écoles universitaires selon le groupe de domaines d'études, en 2022*



Source: OFS – Étudiants et examens finals des hautes écoles (SHIS-studex) © OFS 2023

*Note.* Graphique reproduit de « Entrées dans les hautes écoles universitaires selon le groupe de domaines d'études », Office fédéral de la statistique (OFS), 2022, <https://www.bfs.admin.ch/asset/fr/27085312> © OFS 2023. Conditions d'utilisation : OPEN-BY-ASK.

Sur la base de cette figure, nous constatons que les femmes sont largement minoritaires dans les sciences exactes et naturelles, dans les sciences économiques, ainsi que dans les sciences techniques. Le tableau 2 et la Figure 1 montrent non seulement que les femmes sont clairement minoritaires dans les domaines des sciences de base (mathématiques, physique, chimie, informatique), mais aussi que leur proportion dans ces domaines n'augmente que très peu, voire pas du tout au fil des années.

## Les neurosciences

Cet écart entre hommes et femmes étant confirmé par des statistiques, nous allons nous pencher à présent sur les neurosciences et ce qu'elles peuvent nous apporter dans la compréhension de notre problématique. Commençons par clarifier quelques termes et présenter les notions les plus importantes.

### Les neurosciences cognitives

Les neurosciences regroupent l'ensemble des disciplines scientifiques étudiant la structure et le fonctionnement du système nerveux, c'est-à-dire le cerveau, la moelle épinière et les nerfs (Institut du Cerveau, 2025a; Larousse, s.d.–b). Dans le présent travail, nous nous intéresserons plus



spécifiquement aux neurosciences cognitives, qui se penchent sur les liens entre les structures et les fonctions cérébrales. Elles recourent à plusieurs méthodes, comme des méthodes cliniques ou celle de l'imagerie cérébrale (Institut du Cerveau, 2025b). Les études en neurosciences cognitives portent sur le raisonnement, le langage, la perception, les émotions, la motivation, la créativité, la mémoire, etc. Elles vont nous aider à identifier les éventuelles différences de structure et de fonctionnement du cerveau entre les femmes et les hommes. Une fois ces différences potentielles identifiées, nous verrons si elles ont un impact sur les capacités en mathématiques.

### ***L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)***

L'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) permet de localiser les zones ou aires fonctionnelles spécifiques du cerveau. Cette technique se base sur le changement local de flux sanguin qui se traduit par une activité cérébrale (Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), 2025). Cela permet, en d'autres termes, de voir quelle zone du cerveau est plus active pour une activité donnée. Ce qui nous intéresse plus particulièrement, dans ce travail, est de comprendre quelle(s) zone(s) du cerveau « travaille(nt) » lorsque quelqu'un effectue des tâches mathématiques. Cette méthode révolutionnaire ne date que des années 1990 et a permis de nombreuses avancées dans le monde de la recherche médicale et dans les neurosciences. Un grand nombre des études mentionnées dans ce travail sont due à l'IRMf.

## **Le cerveau**

Nous allons en premier lieu nous pencher sur ce qui constitue le cœur des neurosciences cognitives, à savoir le cerveau, et chercherons à répondre aux questions de recherche suivantes : Le fonctionnement du cerveau d'une femme diffère-t-il de celui du cerveau d'un homme ? Qu'en est-il de sa structure (taille, masse, etc.) ? Pour tenter de le comprendre, nous nous intéresserons d'abord au fonctionnement du cerveau, puis tenterons de savoir si d'éventuelles différences cérébrales et cognitives entre les femmes et les hommes ont pu être mises en évidence. Pour ce faire, nous nous baserons plus spécifiquement sur les résultats d'études réalisées en utilisant l'IRMf.

En saisissant mieux le fonctionnement du cerveau, nous pourrions voir ce qui est susceptible d'influencer les capacités à effectuer des tâches mathématiques et ainsi, ce qui pourrait expliquer d'éventuelles différences entre les sexes.

### ***Le fonctionnement du cerveau***

Le cerveau est le centre de contrôle du corps humain. Son fonctionnement est très complexe et son analyse dépasserait largement le cadre du présent travail. C'est pourquoi, nous n'allons couvrir

qu'une petite partie du fonctionnement en débutant par la plasticité cérébrale, puis en nous intéressant aux différentes zones actives lors de l'exécution de tâches mathématiques, puisque ce sont surtout ces notions qui devraient nous permettre de répondre à notre problématique.

**La plasticité cérébrale.** Le cerveau a la faculté de récupérer et de se restructurer, c'est ce qu'on appelle la plasticité cérébrale (Piau, s.d.). Cette plasticité comprend également la capacité à se modeler en fonction des expériences vécues et de l'apprentissage. Il s'agit d'une fonction fondamentale pour notre cerveau car elle permet d'améliorer les connexions neuronales.

Les neurones sont les cellules nerveuses qui composent le cerveau. Ils permettent la transmission des informations aux autres cellules du corps (Fondation pour la Recherche sur le Cerveau, s.d.) et le cerveau en compte plus de 100 milliards (Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV), 2025). Les connexions entre les neurones, quant à elles, sont appelées des synapses (Larousse, s.d.–e).

La plasticité cérébrale explique les changements qui ont lieu dans notre cerveau au cours des années et son développement même après la naissance. Le nouveau-né dispose d'environ 100 milliards de neurones, chiffre qui n'augmentera plus après la naissance. En revanche, le développement des synapses, lui, est loin d'être terminé puisque le cerveau n'en comporte que 10% à la naissance (Vidal, 2012). Pour les 90% restants, ce sont les expériences vécues, au travers de l'éducation, de la culture ou des contacts sociaux par exemple, qui les façonnent (Piau, s.d.; Vidal, 2012).

Les gènes (une « unité définie localisée sur un chromosome, grâce à laquelle se transmet un caractère héréditaire. » (Le Robert, s.d.–b)) ne définissent qu'une petite partie des connexions neuronales. Chez l'adulte, il y a plus d'un million de milliards de synapses (Vidal, 2012). Le développement du cerveau se poursuit tout au long de notre vie, mais varie selon l'âge. Chez les enfants, les synapses se développent davantage de la naissance jusqu'à 12 ans (franceinfo, 2014), ce qui implique qu'un évènement traumatique pendant l'enfance risque d'avoir un plus gros impact sur le développement du cerveau que chez un adulte, mais aussi que les enfants acquièrent plus facilement de nouvelles capacités. Avec l'âge, cette capacité à changer et se développer diminue et affecte ainsi la mémoire et la capacité à apprendre de nouvelles choses.

Il est également possible d'améliorer nos capacités avec de l'entraînement, ce qui peut être observé grâce à l'IRMf. On remarque par exemple, en observant des musiciens professionnels, un épaississement de certaines zones impliquées lorsqu'on joue d'un instrument, dû à la fabrication de nouvelles connexions neuronales. On constate aussi que les modifications sont plus importantes si

la pratique de l'instrument a débuté durant l'enfance. Cela prouve l'importance de l'apprentissage et de l'éducation dès le plus jeune âge (Vidal, 2012). Les modifications cérébrales sont ainsi proportionnelles au nombre d'années de pratique d'une certaine compétence, et ce aussi à l'âge adulte, même si ce phénomène est plus conséquent chez les enfants. Ce constat vaut également pour les mathématiciens. On a pu observer un épaississement au niveau de certaines zones impliquées lors de la pratique des mathématiques, et ce tant chez les mathématiciennes que chez les mathématiciens (Vidal, 2012) ! Cet élément tend donc à prouver qu'il n'y a pas de différence à ce niveau entre les sexes. Notons aussi que l'arrêt de l'entraînement et de la sollicitation des capacités acquises par l'apprentissage conduit à un rétrécissement des zones en question (Vidal, 2012).

**Les zones actives pendant les tâches mathématiques.** Les parties qui forment le cerveau sont divisées en plusieurs zones qui s'activent en fonction des différentes activités réalisées. Ainsi, lorsqu'on s'adonne aux mathématiques, une multitude de zones ou d'aires du cerveau travaillent. Il s'agit notamment des suivantes : l'aire motrice supplémentaire qui permet la coordination motrice et l'aire d'Exner qui sert à l'écriture des nombres. Quant à l'aire de Broca, elle traite les informations pour arriver à une expression mathématique par le biais de ce qu'on appelle la séquence procédurale. Elle permet de passer d'un énoncé à un calcul. Puis l'on trouve l'aire de Wernicke, liée à la compréhension du langage. Cette aire permet de comprendre les énoncés des problèmes. Ensuite, il y a le Gyrus supramarginal qui associe des nombres et des quantités, puis le Gyrus angulaire pour l'association des symboles. La perception des quantités et l'identification des opérations logiques sont assurées par le lobe temporal moyen. Le lobe pariétal, quant à lui, est divisé en deux parties. La partie droite aide à la perception spatiale et permet donc de résoudre des problèmes à plusieurs étapes, et la partie gauche gère le sens de l'orientation. Le lobe occipital sert à la reconnaissance numérique, donc aux opérations logiques. Puis nous avons le cervelet qui permet la synchronisation et l'automatisation des processus mathématiques, autrement dit, l'aisance. Pour finir, on trouve la circonvolution cingulaire dorsolatérale-dorsale qui gère la mémoire de travail et les fonctions exécutives. Cette partie est utile pour les problèmes à plusieurs étapes (Ta@l'école, s.d.). Le fonctionnement de ces zones ne diffère pas selon le sexe (Inserm, 2024).

### **Le cerveau a-t-il un sexe ?**

Le cerveau orchestre toutes les fonctions de notre corps, de la respiration, au mouvement, jusqu'au processus de réalisation d'un problème mathématique. Il contrôle également nos organes sexuels et notre processus de reproduction qui dépendent de notre sexe. De ce fait, on peut dire que notre cerveau a un sexe. Mais on ne peut pas s'arrêter à cette conclusion. D'un point de vue anatomique,

un cerveau masculin est plus gros et plus volumineux qu'un cerveau féminin. On peut dès lors se demander si la taille ou le poids ont un impact sur l'intelligence.

Selon plusieurs scientifiques du XIX<sup>e</sup> siècle tels que Paul Broca ou Gustave Le Bon, les femmes étaient non seulement physiquement moins fortes que les hommes, mais également moins intelligentes à cause de la taille et du poids de leur cerveau. Mais d'autres études ont par la suite invalidé cette théorie, notamment en prenant comme exemple le cerveau d'Albert Einstein, physicien théoricien de génie et l'un des plus grands scientifiques de son temps. Selon la théorie relative à la taille et au volume du cerveau, Einstein devrait avoir un cerveau plus grand et plus lourd que la moyenne. Or, grâce au Dr Thomas Harvey, médecin légiste qui avait volé le cerveau d'Einstein lors de son autopsie, nous savons que son cerveau ne pesait que 1'230 g alors que la moyenne chez les hommes est de 1'350 g. La moyenne chez les femmes étant de 1'200 g, le poids du cerveau du génie se rapproche même davantage de celui des femmes. Ainsi, la taille d'un cerveau ne définit pas l'intelligence. Cette piste a pu être exclue depuis de nombreuses années (Guillaume, 2013).

Vers 1980, des scientifiques se sont penchés sur une autre hypothèse. Ils ont remarqué une différence entre les cerveaux masculins et féminins touchant une certaine composante : le corps calleux. En réalité, cette composante est présente tant chez les hommes que chez les femmes, mais la différence réside dans sa forme et dans sa taille (Guillaume, 2013). Contrairement à la taille du cerveau, c'est chez les femmes que le corps calleux est en moyenne le plus gros. Selon certains scientifiques, cela expliquerait l'intuitivité et la sensibilité plus grandes des femmes. Mais cette théorie est basée sur des données ayant négligé certains facteurs (Guillaume, 2013; Vidal & Gilgenkrantz, 2005), tel que le volume du cerveau, ce qui a été démontré par des études plus récentes, qui sont parvenues à la conclusion que la taille du corps calleux varie davantage selon la taille du cerveau et non selon le sexe.

Toutes les hypothèses développées ci-dessus en lien avec les différences anatomiques du cerveau entre femmes et hommes se sont avérées non concluantes. C'est pourquoi nous allons considérer des études réalisées grâce à l'IRMf, qui est une méthode bien plus récente. Ces études se concentrent sur le fonctionnement du cerveau plutôt que sur son anatomie. Elles convergent vers la conclusion selon laquelle, même qu'il y a bel et bien des différences en termes d'activité cérébrale et de performance, celles-ci dépendent de l'individu plutôt que du sexe. C'est-à-dire que les résultats diffèrent d'une personne à une autre, même si ces deux personnes sont du même sexe, mais il n'y a en moyenne pas de différence de performance entre les sexes (Guillaume, 2013). Il faut aussi tenir compte de l'origine des différences. Comme nous allons le voir dans les deux expériences

suivantes, des différences peuvent être liées à l'environnement culturel et social dans lequel nous évoluons et non provenir de notre anatomie.

**Expérience I.** Il s'agit d'une expérience réalisée dans un laboratoire de Lyon (franceinfo, 2015; Le Parisien, 2016). Des femmes et des hommes sont placés dans une IRMf, tout à fait conscient·e·s, et on leur demande dans un premier temps de résoudre une équation mathématique. Les résultats obtenus sont presque similaires entre les femmes et les hommes (75% de réussite). Dans un deuxième temps, on explique aux participant·e·s qu'il y a généralement une différence de performance dans la prochaine équation qui leur sera soumise et que les femmes obtiennent de moins bons résultats que les hommes. On les prie à nouveau de résoudre un problème mathématique, mais on constate cette fois une importante différence entre les résultats des hommes (plus de 75% de réussite) et ceux des femmes (65% de réussite), ces dernières ayant de moins bons résultats que les hommes. L'IRMf fournit une explication à ces différences. Tout se passe au moment où les femmes entendent qu'elles sont moins fortes en mathématiques que les hommes. L'influence de cette phrase sur leur cerveau leur fait perdre leurs moyens car elle provoque une émotion négative dans une zone du cerveau spécialisée dans le traitement des émotions, la zone orbitofrontale. On constate également que lorsque les femmes entendent des stéréotypes, leur lobe pariétal - une des zones du cerveau qui est sollicitée lors d'un calcul mental - est plus activé, car elles font davantage d'efforts.

**Expérience II.** Une autre expérience (Vidal, 2012) parvient aux mêmes conclusions que la première. On a pris des étudiant·e·s qu'on a séparé·e·s en deux groupes pour leur faire mémoriser un même dessin en leur demandant ensuite le reproduire. Les deux groupes reçoivent des informations différentes. Pour le premier groupe, il s'agit d'un test d'arts plastiques tandis que les membres du second groupe pensent passer un test de logique géométrique. A la fin de l'expérience, les filles obtiennent de meilleurs résultats dans le premier groupe alors que c'est l'inverse dans le deuxième groupe, où ce sont les garçons qui ont les meilleurs résultats. En conclusion, pour un test identique, bien que tous les participant·e·s disposent des mêmes connaissances, les résultats diffèrent selon la manière dont le problème est présenté. Cela prouve que les stéréotypes exercent une influence sur nos performances. Ici, le stéréotype est que les femmes seraient plus fortes que les hommes en arts plastiques tandis que les hommes seraient plus doués en mathématiques.

Ce type d'expériences a également mis en évidence des variations de résultats en fonction de l'âge. Jusqu'à environ 10 ans, aucun écart n'est observé entre les performances des filles et des garçons. Ce n'est qu'à partir de l'adolescence qu'un écart de performance apparaît (Vidal, 2012). Par ailleurs, avec de l'entraînement, comme nous l'avons vu dans le chapitre relatif à la plasticité du cerveau,

cet écart entre les sexes se réduit ou disparaît. Il semble donc que ce sont les stéréotypes de genre qui influencent les écarts de capacités en mathématiques en faveur des garçons et au détriment des filles (Vidal, 2012).

Pour aller encore plus loin, il serait également intéressant de reproduire cette expérience dans un IRMf afin de comprendre le lien entre l'activation des zones du cerveau et les différents énoncés.

### ***L'influence de l'environnement sur le cerveau***

Un stéréotype est une opinion toute faite sur un groupe de personnes (Larousse, s.d.–c). Parfois, ces opinions sont fondées sur d'anciennes études qui ont été démenties par la suite, mais les gens gardent ces anciennes idées en tête. Même sans le vouloir, on grandit avec des stéréotypes (famille, école, médias etc.). Cela commence dès notre plus jeune âge avec les poupées destinées aux filles qui seraient faites pour être maman et s'occuper d'un bébé, ou alors la boîte à outils pour les garçons, qui eux seraient plus aptes aux travaux manuels. On dit également que les femmes ont une plus grande aptitude à exercer des professions liées à la petite enfance ou aux soins et qu'elles sont plus sensibles alors que les hommes, eux, ont davantage de compétences pour la prise de décision et la compétition ainsi que pour les domaines mathématiques et l'ingénierie. On justifie ces stéréotypes par un soi-disant écart cognitif entre les femmes et les hommes.

Comme l'ont montré les expériences ci-dessus, les stéréotypes exercent une influence directe sur le cerveau en activant certaines parties du cerveau qui, sans cela, ne travailleraient pas à ce moment donné (franceinfo, 2015). La différence entre les expériences I et II est que dans la seconde, on ne dit pas explicitement aux femmes qu'elles sont moins fortes que les hommes dans un domaine, ici en l'occurrence les mathématiques. Cela démontre que peu importe si on rappelle un stéréotype au moment du test ou non, les stéréotypes sont déjà inconsciemment implantés.

L'existence de biais cognitifs n'est pas à négliger non plus. Un biais cognitif est une attitude envers un groupe de personnes qui est influencé par une pensée à l'égard de ce même groupe de personne (Guillaume, 2013; Usabilis, s.d.). La pensée ou croyance est elle-même influencée par les stéréotypes. Dans le cas que nous traitons ici, des biais existent lorsque les femmes sont traitées différemment lorsqu'il s'agit de réaliser des activités mathématiques. Un biais cognitif qui peut être observé chez certains professeurs, par exemple lorsqu'ils ont inconsciemment des attentes plus hautes envers les garçons et qu'ils sous-estiment les filles en mathématiques. Ces biais et ces stéréotypes sont encore très présents dans les écoles et dans le cercle familial. Ils sont ancrés dans notre société, souvent sans que nous n'en ayons pleinement conscience, et cela nous paraît logique et inoffensif. Pourtant, ils impliquent un gros désavantage pour les femmes qui tendent à croire qu'il s'agit de la réalité. Le problème de tels biais cognitifs et stéréotypes est qu'ils font une généralité

alors qu'il s'agit plutôt de différences individuelles. En d'autres termes, même si quelque chose s'applique à une personne, en faire un stéréotype consiste à dire que cela concerne toutes les personnes de ce même sexe, ce qui est faux.

Il est commun d'entendre que les femmes ne sont pas faites pour les maths, qu'elles n'ont pas la bosse des maths. « Avoir la bosse des maths » est une expression tirée d'une pseudo-science appelée la « phrénologie », datant du 19<sup>e</sup> siècle. Selon cette science, il y aurait une zone spécifique de notre cerveau qui déterminerait nos capacités en mathématiques. En réalité, cette prétendue « bosse des maths » ne définit pas si nous sommes forts en maths ou non, puisqu'elle est présente chez tout le monde ! Nous avons, femmes et hommes, les mêmes aptitudes cognitives, que ce soit pour l'intelligence, la mémoire, l'attention ou le raisonnement (Inserm, 2024). Mais certaines différences cérébrales dépendent de l'environnement dans lequel on grandit. Un très bon exemple est celui d'une personne aveugle de naissance. Cette personne aura une représentation du monde complètement différente de quelqu'un qui n'a pas de problèmes de vue. Elle va se repérer différemment. En effet, « Chaque sensation, pensée, sentiment, mouvement et interaction sociale modifie la structure et la fonction du cerveau. » (Guillaume, 2013, p.35) Cela signifie que notre cerveau a la capacité de se modifier même après notre naissance, ce qui s'explique par la notion de plasticité cérébrale expliquée précédemment.

Les recherches scientifiques ont mis en évidence que le développement des circuits neuronaux de notre cerveau évolue une fois que le bébé commence à avoir des interactions avec le monde extérieur (Inserm, 2024). C'est également pour cette raison que les stéréotypes ont une si grosse influence sur le cerveau. Les facteurs présents à notre naissance, par exemple les gènes ou même les hormones, ne sont pas les seuls à pouvoir créer une différence cérébrale entre les sexes.

### **Interview : Mme Fahim Fahmy**

Pour compléter mon travail, j'ai pu interviewer Mme Fahim Fahmy. À ce stade, il me restait quelques hypothèses à clarifier et cette interview m'a permis de creuser une nouvelle piste, celle de l'impact des hormones sur ma problématique.

J'ai tout d'abord posé à Mme Fahim Fahmy une question sur le rôle des hormones dans l'approche des mathématiques selon le sexe. Elle m'a répondu que les hormones ont effectivement une influence mais que leur influence exacte n'est pas connue car les résultats des recherches sont encore très controversés. Suite à cela, je me suis penchée sur une méta-analyse qu'elle m'a fait parvenir. Les résultats sont expliqués dans le chapitre 7 de ce travail, consacré aux « Hormones ».



Ensuite, je l'ai interrogée sur le rôle du rythme de développement qui diffère entre les filles et les garçons. « Cela peut jouer un rôle, oui. » Mais le rôle exact reste à définir et cela aurait dépassé le cadre de ce travail de maturité, c'est pourquoi il s'agit d'une autre hypothèse qui serait encore intéressante à explorer en profondeur.

Enfin, j'ai demandé à Mme Fahim Fahmy si elle pensait qu'il restait encore des progrès et des découvertes à faire pour expliquer certaines différences au niveau neurologique. Elle m'a répondu par l'affirmative, en rappelant que « les neurosciences [ne] sont qu'à leur début ». Les recherches futures permettront probablement d'en apprendre davantage et de clarifier certains éléments.

Le détail des questions et réponses peut être trouvé dans le compte rendu de l'entretien dans l'Annexe C : Compte rendu de l'entretien du 11 mars 2024 avec Mme Cherine Fahim Fahmy.

## **Les hormones**

Maintenant que nous avons vu l'impact des stéréotypes sur le cerveau, intéressons-nous aux hormones et à leur rôle sur le fonctionnement du cerveau. Nous savons que l'environnement a un impact sur notre cerveau. Ainsi, des événements et éléments extérieurs au corps humain influencent directement le cerveau. Qu'en est-il alors de l'impact d'éléments internes, liés aux sexes, sur le cerveau ? Nous allons chercher à répondre à notre problématique en nous penchant à présent sur les hormones, notamment sexuelles, et leur rôle sur le fonctionnement du cerveau et sur les performances cognitives.

« Une hormone est une substance chimique qui exerce une action spécifique sur le fonctionnement d'un organe » (Le Robert, s.d.-c). Les hormones agissent sur le corps humain et sur le cerveau. Les hormones sexuelles ont un impact sur le comportement sexuel et les organes reproducteurs. Elles influencent l'humeur, les fonctions cognitives, la régulation de la pression artérielle, la coordination motrice, la douleur et la sensibilité aux opioïdes (augmentation de la sensibilité à la douleur) (McEwen & Milner, 2017). Ce qui nous intéresse ici est de déterminer s'il y a ou non, une influence hormonale sur nos capacités cérébrales, qui pourrait différer entre femmes et hommes.

Les hommes et les femmes possèdent les mêmes hormones dans leur corps, mais la différence réside dans la quantité de ces hormones. C'est pourquoi nous parlerons d'hormones dominantes chez les hommes ou chez les femmes. Il faut aussi noter que le taux d'hormones varie selon l'âge, ce qui nous amènera également à nous questionner sur l'impact de l'âge sur les éventuelles différences d'aptitudes (mathématiques) entre les deux sexes.

## **Les hormones dominantes**



Les hormones dominantes sont aussi appelées « hormones sexuelles ». Chez les hommes, ce sont les androgènes qui désignent plusieurs hormones différentes dont principalement la testostérone, produite par les testicules (La testostérone est également produite chez les femmes en très petite quantité par les ovaires) en grande quantité. Chez les femmes, ce sont plutôt les œstrogènes, dont l'estradiol notamment et la progestérone, toutes deux sécrétées par les ovaires, qui sont dominantes. Les récepteurs de ces hormones dans le cerveau sont concentrés dans l'hippocampe et le cortex préfrontal. L'hippocampe joue un rôle majeur dans la cognition, la mémoire, l'apprentissage et le repérage dans l'espace (A.R., 2023). Le cortex préfrontal, quant à lui, exerce une influence sur la mémoire de travail, le conditionnement et la valeur de la récompense, l'inhibition des comportements inappropriés, la détection des erreurs, la gestion des conflits et le contrôle cognitif (Dubois et al., 2021). Il s'agit de zones très importantes pour les fonctions cognitives. Nous illustrerons leur rôle par l'étude suivante.

### ***Étude sur les hormones sexuelles et le traitement des nombres***

Une étude a été menée en 2019 pour voir si les hormones sexuelles exercent une influence sur les asymétries hémisphériques lors de la comparaison des nombres (Pletzer et al., 2019). Il existe en effet un développement fonctionnel asymétrique du cerveau et des asymétries hémisphériques. C'est un phénomène où l'un des hémisphères du cerveau est davantage spécialisé que l'autre dans une fonction cognitive donnée (Pletzer et al., 2019). Cela implique donc une activité plus forte dans l'un des deux hémisphères lors de l'activité en question, qu'on appelle la latéralisation. Notons également que lorsqu'on présente un stimulus (« Tout élément physique, chimique ou biologique capable de déclencher des phénomènes dans l'organisme, notamment des phénomènes nerveux, musculaires ou endocrinien. » (Larousse, s.d.–d)) dans le champ récepteur (« Un champ récepteur est une zone sensorielle qui, lorsqu'elle est stimulée, modifie l'activité d'un neurone » (Deschênes, s.d.)) droit, ce stimulus est traité dans l'hémisphère gauche, et inversement, lorsqu'on présente un stimulus dans le champ récepteur gauche, il est traité dans l'hémisphère droit.

L'étude citée en titre porte sur le traitement des nombres. Un nombre est composé de plusieurs chiffres, et deux nombres peuvent être classés du plus petit au plus grand, c'est-à-dire de manière hiérarchique. Un nombre à deux chiffres est composé d'un chiffre des unités et d'un chiffre des dizaines. On peut juger la grandeur d'un nombre de deux manières (Pletzer et al., 2019) :

1. la manière holistique, où on traite l'amplitude du nombre dans son ensemble.
2. la manière décomposée, où on regarde l'amplitude de chaque chiffre qui compose le nombre.

Pour la manière décomposée, il existe un effet de compatibilité unité-dizaine lorsque le plus grand nombre contient le plus grand chiffre de l'unité. Prenons par exemple les nombres 78 et 32 : le chiffre des unités du plus grand nombre (8) est plus grand que le chiffre des unités du plus petit nombre (2). Dans ce cas, on parle de nombres compatibles.

En fait, lorsque cette compatibilité existe, on constate que les performances pour classer les nombres sont meilleures que lorsque les nombres sont incompatibles (par exemple 81 et 27). Nous le démontrerons dans l'expérience suivante. Les deux formes d'analyses, holistique et décomposée, sont utilisées en parallèle selon la situation et selon les individus.

Dans la présente étude, on suppose qu'on peut comparer les nombres aux stimuli visuels, qui eux aussi sont hiérarchiques. Pour les stimuli visuels, on parle d'effet global ou local. On peut faire un lien entre l'effet local qui correspond à la manière décomposée, et l'effet global qui correspond à la manière holistique. Par exemple, si on a une feuille devant nous avec un grand cercle composé de pleins de petits carrés, l'effet global porterait sur le cercle et l'effet local sur les petits carrés dans le cercle.

Grâce aux études menées à l'aide d'IRMf et d'autres technologies, on reconnaît que l'hémisphère droit est spécialisé dans le traitement global et l'hémisphère gauche dans le traitement local. L'hypothèse de cette étude est donc que si les stimuli visuels sont associés au traitement des nombres, alors la compatibilité unité-dizaine (manière décomposée d'analyse) devrait être meilleure dans l'hémisphère gauche, comme pour l'effet local.

Pour les tests, on a demandé aux 87 participant·e·s de regarder et de comparer deux nombres à deux chiffres, puis de sélectionner le plus grand. Les nombres leur étaient présentés dans l'un des deux champs récepteurs aléatoirement. Il y avait 100 comparaisons à faire : 40 avec des nombres incompatibles, 40 avec des nombres compatibles ainsi que 20 avec des nombres ayant le même chiffre de la dizaine. Ces derniers avaient pour but d'empêcher les sujets d'établir des techniques pour analyser les nombres, mais ils n'ont ensuite pas été comptabilisés dans l'analyse des résultats. Les nombres n'apparaissaient que 200 ms (0,2 seconde), puis les participant·e·s disposaient de trois secondes pour choisir un nombre.

Des échantillons de salive ont aussi été collectés auprès des participant·e·s afin d'analyser leur taux d'hormones. Sans surprise, la testostérone s'est avérée nettement plus élevée chez les hommes alors que chez les femmes c'était plutôt la progestérone.

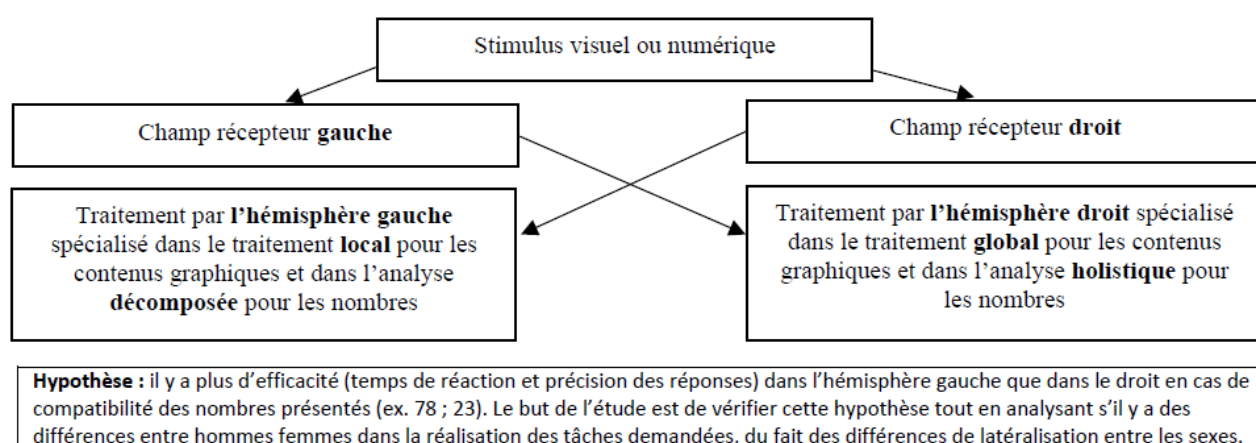
Par ailleurs, cette étude a pris en compte les facteurs suivants : abus d'alcool ou de drogues, maladies psychiques, traitements hormonaux, âge, vue (lunettes), moment du cycle menstruel,

régularité du cycle menstruel, niveau d'éducation et QI (Quotient Intellectuel). C'est ce qui la distingue des études antérieures (Pletzer et al., 2019). En effet, plusieurs de ces études concluaient que les femmes avaient un avantage au niveau des capacités verbales latéralisées de l'hémisphère gauche alors que les hommes avaient un avantage dans les capacités spatiales latéralisées de l'hémisphère droit. D'autres études montraient cependant des résultats contradictoires. Ces divergences pourraient être expliquées par le manque de prise en compte, dans les recherches antérieures, de la présence des hormones sexuelles et du statut hormonal (moment du cycle menstruel).

Avant de présenter les résultats de l'étude, voici un schéma personnel (Figure 2) pour synthétiser le principaux éléments pris en compte :

**Figure 2**

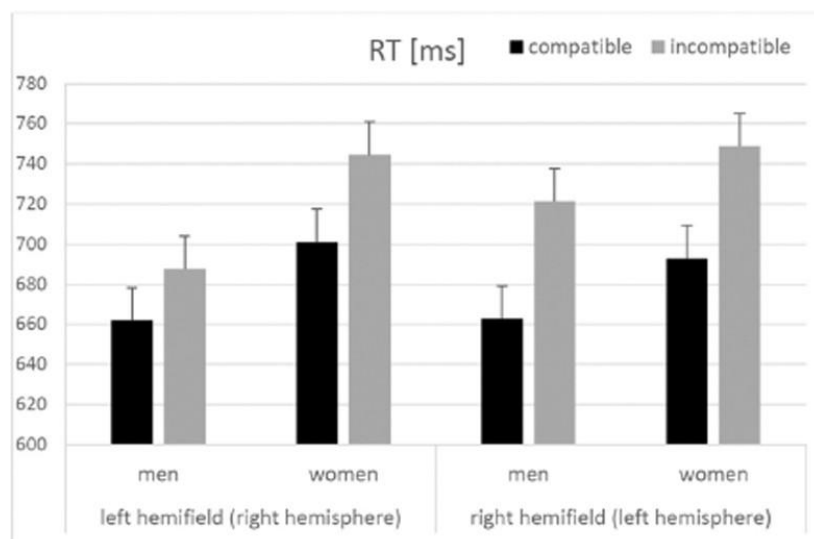
*Synthèse de l'étude de (Pletzer et al., 2019)*



Durant l'étude, le temps de réaction (TR) et la précision ont été évalués. Voici les résultats pour le temps de réaction des individus testés dans la Figure 3 et les résultats pour la justesse des réponses fournies dans la Figure 4.

**Figure 3**

*Résultats de l'étude de Pletzer et al. (2019) pour le temps de réaction*

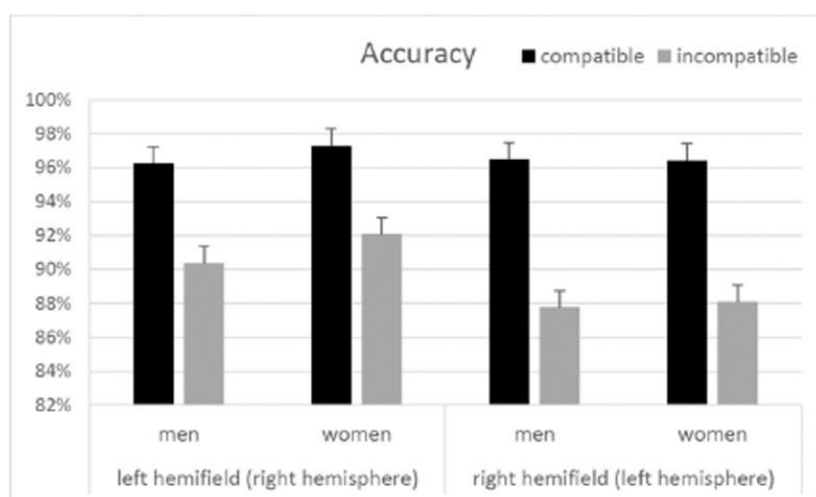


Note. Reproduit de Pletzer et al. (2019). Licence : CC BY 4.0 (Creative Commons Attribution 4.0 International). Aucune modification.

Temps de réaction (RT) en millisecondes [ms] chez les hommes (men) et les femmes (women) lorsque les nombres étaient présentés dans le champ récepteur gauche (left hemifield) et donc traité dans l'hémisphère droit (right hemisphere) et quand ils étaient présentés dans le champ récepteur droit (right hemifield) donc traité dans l'hémisphère gauche (left hemisphere) pour les nombres compatibles et incompatibles. [traduction personnelle].

**Figure 4**

*Résultats de l'étude de Pletzer et al. (2019) pour la précision*



Note. Reproduit de Pletzer et al. (2019). Licence : CC BY 4.0 (Creative Commons Attribution 4.0 International). Aucune modification.

Précision / justesse (Accuracy) chez les hommes (men) et les femmes (women) lorsque les nombres étaient présentés dans le champ récepteur gauche (left hemifield) et donc traité dans l'hémisphère droit (right hemisphere) et quand ils étaient présentés dans le champ récepteur droit (right hemifield) est donc traité dans l'hémisphère gauche (left hemisphere) pour les nombres compatibles et incompatibles. [traduction personnelle]

On constate que la compatibilité a un impact sur le temps de réaction et la précision. Les participant.e.s ont pris beaucoup moins de temps pour les nombres compatibles et ils ont aussi fait beaucoup moins d'erreurs (presque tout juste). On voit également que l'impact de la compatibilité est plus grand lorsque c'est l'hémisphère gauche qui travaille. En effet, selon les graphiques ci-dessus, on constate que dans l'hémisphère gauche, les écarts entre les nombres compatibles et incompatibles sont plus importants que les écarts observés dans l'hémisphère droit.

Pour le temps de réaction, il n'y a pas de différences significatives entre les deux hémisphères. En revanche, concernant la justesse, les résultats étaient meilleurs dans l'hémisphère droit pour les nombres incompatibles.

Le sexe n'a pas d'influence significative sur la compatibilité, mais il y a une interaction entre le sexe et les hémisphères pour le temps de réaction (Pletzer et al., 2019). Puisque la compatibilité n'a pas d'importance ici, nous nous intéresserons à la moyenne du temps de réaction entre les nombres compatibles et incompatibles. Chez les hommes, les réactions étaient plus rapides dans l'hémisphère droit (672 ms) que dans l'hémisphère gauche (689 ms). Chez les femmes, il n'y a pas de différence entre l'hémisphère droit (723 ms) et l'hémisphère gauche (722 ms).

Dans l'analyse des hormones sexuelles, on constate que la progestérone et la testostérone sont liées aux asymétries hémisphériques. L'effet de la progestérone est positif chez les hommes et négatif chez les femmes (Pletzer et al., 2019). Chez les hommes, l'effet de la progestérone implique qu'ils réagissent plus rapidement dans l'hémisphère gauche que dans le droit, alors que chez les femmes, c'est l'effet contraire. La testostérone n'a pas d'effet significatif chez les hommes, alors que chez les femmes, elle a un effet positif dans l'hémisphère droit quant à l'effet de compatibilité, tandis que dans l'hémisphère gauche des femmes, c'est le contraire, l'effet est négatif.

### **Résultats et conclusions de l'étude**

Nous avons vu que l'effet de compatibilité est meilleur dans l'hémisphère gauche, comme prévu dans les hypothèses. Cette étude prouve l'existence d'un lien entre la comparaison des nombres et les stimuli visuels global-local. Il n'y a cependant pas de différence entre les sexes par rapport à la comptabilité, du moins pas de différence significative. Des études ultérieures ont également porté sur le sujet. Elles ne montrent pas non plus de différences entre les sexes à ce niveau-là. L'étude

présentée dans le chapitre 4.1 est la première à mettre en lien les hormones sexuelles, l'effet de compatibilité et les asymétries hémisphériques (Pletzer et al., 2019). L'estradiol ne semble pas avoir d'effet sur les asymétries, ce sont plutôt la progestérone et la testostérone qui créent des différences entre les hommes et les femmes. Il n'y a pas d'influence directe sur la compatibilité.

« La progestérone est liée aux asymétries hémisphériques lors de la comparaison de nombres, indépendamment de la compatibilité, tandis que la testostérone est liée aux asymétries hémisphériques dans l'effet de compatibilité » (Pletzer et al., 2019, p.6) [traduction personnelle].

C'est là qu'entre en jeu l'élément qui nous intéresse le plus, à savoir les différences influencées par le sexe. « La progestérone est liée positivement aux asymétries hémisphériques chez les hommes, mais négativement chez les femmes. La testostérone est liée négativement aux asymétries hémisphériques dans l'effet de compatibilité uniquement chez les femmes. » (Pletzer et al., 2019, p.6) [traduction personnelle]. En fait, chez les femmes, un niveau plus élevé de progestérone résulte en de plus petites asymétries hémisphériques alors que chez les hommes, un niveau de progestérone plus élevé résulte en de plus grandes asymétries hémisphériques. « Il est toutefois important de souligner que la testostérone n'est pas liée à des asymétries hémisphériques fonctionnelles dans la tâche en tant que telle, mais à un effet qui indique un certain style de traitement pendant la tâche. » (Pletzer et al., 2019, p.7) [traduction personnelle]. Il ressort donc que la testostérone joue probablement un rôle important. Mais ce rôle semble tantôt négatif, tantôt positif et varie selon les sexes.

En conclusion, cette étude semble montrer que les hormones sexuelles exercent une influence sur les asymétries hémisphériques dans les fonctions cognitives, donc possiblement sur les différences de capacités homme-femme en mathématiques. Toutefois, il n'y a pas, à ce jour, une réponse claire et générale concernant l'implication exacte des hormones dans les capacités cognitives, autrement dit « il n'y a pas vraiment un consensus dans la littérature concernant un cerveau femme, un cerveau homme » (Extrait de l'entretien avec Mme Fahim Fahmy, Annexe C). Et si une réelle influence sur les capacités en mathématiques devait être mise en évidence, serait-ce vraiment une influence significative qui diffère entre les sexes ? Des études supplémentaires sont donc encore nécessaires.

Cela reste bien sûr à préciser, mais au vu de ce qui a été démontré plus haut concernant l'impact des stéréotypes sur le fonctionnement du cerveau et sur le phénomène de la plasticité cérébrale, on peut selon moi déjà émettre l'hypothèse selon laquelle l'effet des hormones ne saurait surpasser les autres facteurs d'influence inventoriés dans ce travail.

**Sondage**

Pour la dernière partie de mon travail, j'ai rédigé un sondage sur la base des constats tirés des chapitres précédents, sondage que j'ai ensuite soumis à mon entourage et mes connaissances. Les questions utilisées, les modalités et les résultats bruts se trouvent en annexe (cf. annexe 2).

J'ai d'abord demandé le sexe et le niveau de mathématiques afin de pouvoir classer les résultats selon ces facteurs. Ensuite, les sujets ont dû répondre à 4 questions permettant de confirmer ou non mes constats. La première étant « Avez-vous déjà entendu des blagues ou des commentaires laissant entendre que les femmes sont moins fortes en maths que les hommes ? », puis « Pensez-vous qu'il est plus courant pour les hommes de se lancer dans des carrières mathématiques ? », « Avez-vous déjà été encouragé-e à vous lancer dans des études mathématiques ou physiques (que ça soit par vos professeurs ou votre famille) ? » et enfin « souhaitez-vous peut-être faire des études universitaires dans le domaine des mathématiques ou de la physique ? ». Le tableau 3 synthèse les résultats obtenus.

**Tableau 3**

*Synthèse des résultats du sondage*

Niveau de maths auto-évalué	Effectifs		Blagues entendues : OUI			Maths plus courant pour H			Déjà encouragements à se lancer en maths-physique			Choix maths envisagé		
		n		n	%		n	%		n	%		n	%
Bas à moyen	F	49	F	37	75	F	43	87	F	11	22	F	12	24
	H	18	H	8	44	H	11	61	H	6	33	H	7	38
	T	67	T	45	67	T	54	8	T	17	25	T	19	28
Élevé à très élevé	F	37	F	23	62	F	29	78	F	18	48	F	21	56
	H	23	H	10	43	H	18	78	H	15	65	H	12	52
	T	60	T	33	55	T	47	78	T	33	55	T	33	55
Tous niveaux confondus	F	86	F	60	69	F	72	78	F	29	33	F	33	38
	H	41	H	18	43	H	29	78	H	21	51	H	19	46
	T	127	T	78	61	T	101	79	T	50	39	T	52	40

Note. Nombre de réponses : Total (T) 127 (Femmes (F) : 86, Hommes (H) : 41)

Couleurs utilisées pour la comparaison entre les sexes :

Rouge = sexe défavorisé selon le résultat.

Vert = sexe favorisé selon le résultat

Bleu = égalité ou proximité entre les sexes

On observe que 69% des femmes ont entendu des blagues sur le fait qu'elles sont moins douées en maths contre seulement 43% des hommes. Ce chiffre monte à 75% pour les femmes avec des résultats bas à moyen en maths, alors qu'on reste à 44% pour les hommes. L'idée que les filières liées aux mathématiques sont plus couramment choisies par les hommes est grandement répandue chez tout le monde, mais encore davantage chez les femmes ayant annoncé un niveau bas à moyen en maths (87%). Par ailleurs, seulement 33% des femmes ont reçu des encouragements à se lancer dans des études basées sur les maths, contre 51% des hommes. Ce chiffre baisse même à 22% pour les femmes ayant des résultats bas à moyen en maths. Il baisse aussi à 33% chez les hommes. Enfin, avec des résultats élevés à très élevés en maths, il n'y a pas de différence entre femmes et hommes quant au choix des études (56% et 52%). Par contre, en cas de résultats plus faibles, ce sont à nouveau les femmes qui envisagent moins facilement des études axées sur les maths (24% contre 38% pour les hommes).

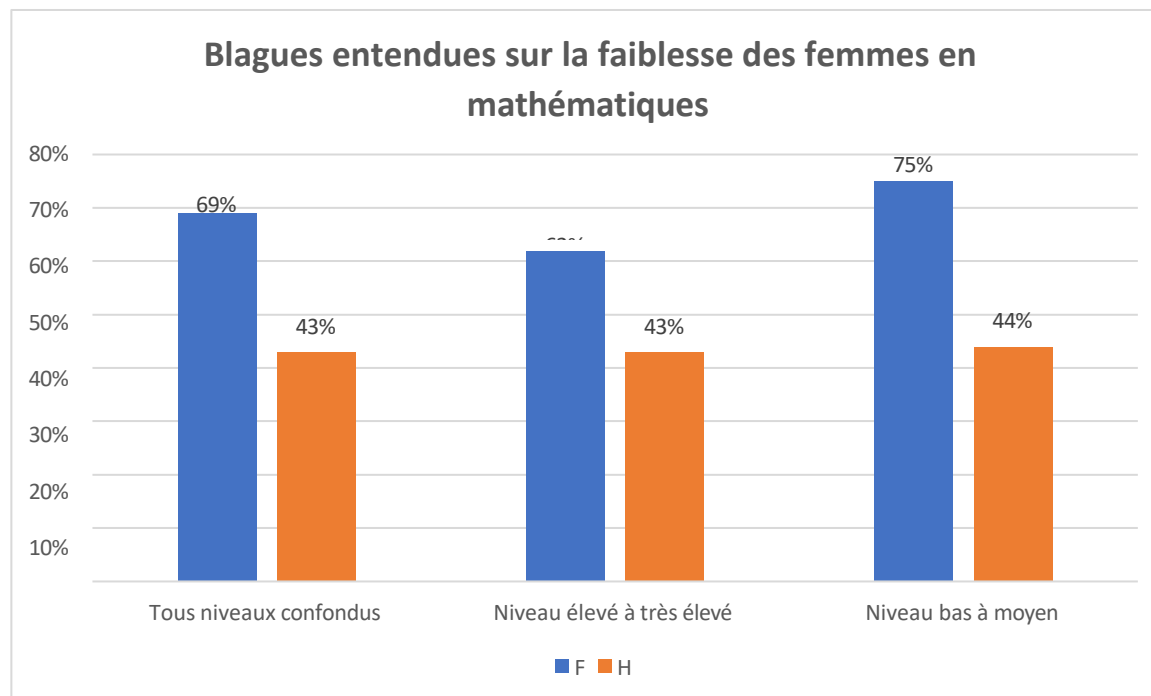
Le premier constat que nous tirons de notre sondage est que la comparaison entre les sexes est presque toujours au désavantage des femmes. Le deuxième est que les femmes ayant un bas niveau de mathématiques sont plus nombreuses à avoir entendu des stéréotypes (75%) que les femmes ayant un niveau plus élevé (62%) en la matière, ce qui tend à confirmer que les stéréotypes peuvent affecter les notes. Ici, il se peut donc que les filles en question aient de moins bons résultats justement parce qu'elles ont plus entendu des stéréotypes.

Le sondage que nous avons réalisé comporte bien évidemment des limites. En effet, le nombre modeste de sujets et le caractère sommaire du questionnaire ne permettent pas de tirer des conclusions suffisamment étayées sur le plan statistique, mais cet exercice va dans le sens de l'hypothèse générale de ce travail : les stéréotypes perçus sont bien réels dans la société et semblent malheureusement efficaces puisqu'ils sont en corrélation avec les résultats scolaires et semble impacter également le choix d'une filière de formation en mathématiques. La Figure 5 illustre les principaux résultats.



**Figure 5**

*Blagues entendues sur la faiblesse des femmes en mathématiques.*



Note. F = femmes, H= Hommes

## Conclusion

Sur la base des chapitres précédents, il ressort que la prise en compte de tous les facteurs est cruciale dans les études menées sur les différences entre hommes et femmes, puisqu'il s'agit d'un sujet très complexe et multifactoriel. Comme nous avons pu le constater dans les études sur les hormones ou celles portant sur la structure du cerveau, lorsque certains facteurs tels que le taux d'hormones ou la période du cycle menstruel sont négligés, il y a un risque important de tirer des conclusions hâtives et d'avoir affaire à des variabilités individuelles, et non pas à de réelles différences entre les sexes. De même, lorsqu'on s'intéresse à la comparaison du volume de différentes parties du cerveau, il s'agit de tenir compte également du volume total du cerveau avant de conclure que c'est propre au sexe.

La plasticité cérébrale apparaît selon moi comme un facteur central dans la réflexion autour de la problématique de ce travail, que ce soit pour chercher des explications aux différences observées entre hommes et femmes, mais aussi pour esquisser des solutions en vue de les atténuer. D'un côté, elle peut expliquer l'influence des stéréotypes sur l'anatomie et le fonctionnement du cerveau : une éducation et un environnement différents, des croyances, des biais cognitifs etc., qui sont

inconsciemment implantés dans la société, s'avèrent modifier le fonctionnement même du cerveau lors de tâches mathématiques, comme nous avons pu le constater dans l'expérience en IRMf (chap. 3.3.1). Il est spectaculaire de constater à quel point ce ne sont pas des facteurs innés qui influencent les comportements, et de découvrir qu'à l'inverse, des éléments acquis – en lien avec l'environnement social et culturel - ont le pouvoir de modifier l'aspect de notre cerveau ! Personnellement, j'ai été très impressionnée par ce constat, rendu possible par les récents progrès technologiques.

En dehors de cela, le fonctionnement des zones cérébrales lors de tâches mathématiques ne semble pas différer entre les femmes et les hommes et si les cerveaux sont différents, c'est plutôt pour des raisons propres à chaque individu qu'à cause du sexe.

Les principales causes des écarts de performances entre les femmes et les hommes semblent donc relever de l'acquis et non de l'inné. Même si ce constat ne me surprend pas, je le trouve d'autant plus rassurant et encourageant que dans l'autre sens, la plasticité cérébrale peut être considérée comme un facteur de réparation des effets des stéréotypes. Elle permet d'améliorer une capacité avec de l'entraînement. Nous avons donc remarqué qu'avec un même entraînement, les écarts de performances entre les sexes causés par les idées reçues peuvent disparaître. On peut en conclure que les stéréotypes et les biais cognitifs sur l'aptitude des femmes en mathématiques, qui sont justifiés par un soi-disant écart cognitif, sont au contraire à l'origine même de cet écart. Dès lors, les « dégâts » causés par les idées reçues sont réversibles, même s'il faut produire beaucoup d'efforts pour les atténuer ou les réparer. Une solution pour remédier à cette plus faible représentation des femmes dans les domaines mathématiques pourrait donc consister à lutter contre les stéréotypes de genre, notamment durant l'enfance, car c'est à ce moment-là que le cerveau se développe le plus.

Nous avons également pu découvrir que même si les hormones peuvent avoir un effet sur les capacités cognitives, les résultats des études récentes restent encore flous et nécessitent des recherches complémentaires pour pouvoir définir quelle est leur influence exacte. Comme nous l'a confirmé Mme Fahim Fahmy, « Les neurosciences ne sont qu'à leur début » et il reste encore des progrès à faire. Vu le rythme de développement des nouvelles technologies, nous pouvons imaginer que, dans un futur proche, de nouvelles découvertes contribueront à expliquer certaines différences au niveau neurologique. Par rapport à la question des stéréotypes et leur fort impact observé au moyen de l'IRMf, il apparaît que le poids des hormones devrait s'avérer bien moindre ou en tout cas beaucoup plus difficile à prouver. Il serait aussi intéressant de rechercher les éventuels effets d'interactions entre l'énoncé d'un stéréotype et les hormones dominantes sécrétées au même

moment : par exemple, est-ce que l'effet d'un stéréotype est plus fort lorsqu'il est associé à telle ou telle période du cycle hormonal ?

On peut également imaginer qu'il y a des différences entre les sexes au niveau du langage, qui est un élément crucial pour la compréhension des problèmes mathématiques. Les différences de rythme de développement pourraient également entrer en ligne de compte. La question est de savoir si celui-ci est une variable propre au sexe ou s'il s'agit d'une variable individuelle comme pour les différences cérébrales. Nous savons que la puberté se passe en général plus tard chez les garçons. « Un cerveau fille de 10 ans et demi peut être égal à un cerveau garçon de 14 ans. » (Extrait de l'entretien avec Mme Fahim Fahmy, Annexe C). Par ailleurs, la puberté inclut également la notion d'hormones sexuelles, donc je pense qu'il serait aussi très intéressant d'approfondir le sujet avec de nouvelles recherches.

Bien qu'il reste encore des progrès à faire, nous y voyons déjà plus clair, en particulier sur l'impact majeur et principal des stéréotypes de genres. Je pense que ces réponses pourraient permettre de mieux lutter contre ces stéréotypes et j'espère qu'on arrivera un jour à une égalité dans la représentation des hommes et des femmes dans les métiers mathématiques. Notre société a déjà évolué, mais il reste encore bien des idées préconçues sur les femmes et leurs aptitudes, notamment en mathématiques. Je pense qu'il est crucial de se concentrer sur ce point car même si cela ne faisait pas directement partie de la problématique analysée dans ce travail, je suppose qu'il doit exister un phénomène de cercle vicieux avec les idées reçues et autres croyances culturelles : comme on l'a vu, elles ont un tel impact sur les performances qu'elles peuvent s'auto-entretenir, un peu comme les prophéties auto-réalisatrices (« La prophétie autoréalisatrice est une prédiction qui se réalise en raison du fait qu'elle a été posée, dans la mesure où les croyances qui découlent de la prédiction orientent le comportement de la personne. La personne interprète les événements ou encore les intentions des autres et se comporte d'une certaine façon, le tout en concordance avec sa prédiction. Cela mène finalement à la réalisation de sa prédiction initiale » (Niquay & Vigneault, 2021)).

Dès lors se pose la question de comment lutter le plus efficacement possible contre les stéréotypes de genre liés aux mathématiques ? Les études neuroscientifiques que nous avons parcourues tout au long de ce travail amènent selon moi un argument solide, fondé sur des preuves scientifiques, pour donner des pistes d'action et tenter de faire évoluer la situation. Je pense par exemple à l'importance d'une prévention précoce en termes de discours à tenir dès la petite enfance ou durant la scolarité : même si la plasticité cérébrale permet de corriger l'impact des biais négatifs et des freins que la société a tendance à imposer aux et aux femmes, je pense qu'il vaut mieux prévenir

que guérir. Au terme de ce travail, je suis persuadée que les preuves scientifiques de plus en plus importantes grâce à l'apport des neurosciences seront un outil extrêmement précieux pour lutter en faveur d'une meilleure égalité des chances hommes-femmes.

A titre personnel, ce travail sur un thème aussi passionnant renforce encore mon choix et ma motivation à me lancer dans une filière scientifique, en espérant que l'exemple que je pourrai montrer avec mon parcours puisse contribuer, même modestement, à la cause de l'égalité au niveau du choix professionnel.

### **Remerciements**

Je tiens d'abord à remercier mes tutrices, Mme Delphine Maradan, Mme Laura Eracle ainsi que Mme Sara Presutti, pour leur accompagnement et leurs conseils tout au long de mon travail.

Je remercie également Mme Cherine Fahim Fahmy d'avoir répondu à mes questions lors d'un interview.

Merci à toutes celles et tous ceux qui ont répondu à mon sondage.

Enfin, un grand merci à mes parents de m'avoir soutenue et encouragée durant toute la durée de mon travail de maturité

### **Notes**

Contextualisation et reformatage des références au format APA 7 réalisés avec l'aide de Microsoft 365 Copilot

Article édité par Jeremiah Schenk, Département de psychologie, Unité de psychologie clinique et de la santé, Université de Fribourg, [jeremiah.schenk@unifr.ch](mailto:jeremiah.schenk@unifr.ch)

## Références

1. A.R. (2023, 31 août). *Atrophie de l'hippocampe : un marqueur prédictif de la maladie d'Alzheimer à utiliser avec précaution*. Inserm. <https://www.inserm.fr/actualite/atrophie-de-lhippocampe-un-marqueur-predictif-de-la-maladie-dalzheim-a-utiliser-avec-precaution/>
2. Bureau de l'égalité École polytechnique fédérale de Lausanne. (2020). *Gender Monitoring 2019–2020*. [https://www.epfl.ch/about/equality/wp-content/uploads/2020/05/SB\\_GenderMonitoring2020\\_Fr.pdf](https://www.epfl.ch/about/equality/wp-content/uploads/2020/05/SB_GenderMonitoring2020_Fr.pdf)
3. Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV). (2025, 12 juin). *Cerveau et moelle épinière*. <https://centrescancer.chuv.ch/organe/cerveau-et-moelle-epiniere/>
4. *Cherry picking*. (2025, 6 mars). Dans Wikipedia. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Cherry\\_picking](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cherry_picking)
5. Collège Sainte-Croix. (2025). *Choix du programme d'études de 2e année 2025–26* Collège Sainte-Croix. [https://new.cscfr.ch/images/stories/media/25-26\\_OS-Brochure\\_F.pdf](https://new.cscfr.ch/images/stories/media/25-26_OS-Brochure_F.pdf)
6. Deschênes, M. (s.d.). *La notion de champ récepteur*. Centre de recherche CERVO. [https://cervo.ulaval.ca/pages\\_perso\\_chercheurs/deschenes\\_m/8\\_notion\\_de\\_champrecepteur.htm](https://cervo.ulaval.ca/pages_perso_chercheurs/deschenes_m/8_notion_de_champrecepteur.htm)
7. Dubois, B., Lechevalier, B., & Bioulac, B. (2021). Rapport 21-04. Méconnaissance du cortex préfrontal. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 205(7), 673–682. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.banm.2021.05.003>
8. Fondation pour la Recherche sur le Cerveau. (s.d.). *Le neurone*. Consulté le 2 janvier 2024, sur <https://www.frcneurodon.org/comprendre-le-cerveau/a-la-decouverte-du-cerveau/le-neurone/>
9. franceinfo. (2014, 18 août). *Les cinq âges du cerveau*. franceinfo - Radio France. [https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/info-sciences/les-cinq-ages-du-cerveau\\_1764707.html](https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/info-sciences/les-cinq-ages-du-cerveau_1764707.html)
10. franceinfo. (2015, 8 décembre). *Mathématiques : comment les idées reçues changent-elles le cerveau des filles ?* franceinfo - France Télévisions. [https://www.francetvinfo.fr/societe/education/mathematiques-comment-les-idees-recues-changent-elles-le-cerveau-des-filles\\_1212967.html](https://www.francetvinfo.fr/societe/education/mathematiques-comment-les-idees-recues-changent-elles-le-cerveau-des-filles_1212967.html)
11. Groupe de pilotage CDIP DEFR. (2019). *Évolution de la maturité gymnasiale : un état des lieux : Rapport établi par le groupe de pilotage dans le cadre du mandat de la CDIP et du DEFR du 6 septembre 2018 « Évolution de la maturité gymnasiale : mandat pour un état des lieux sur les textes de référence »*. Berne: CDIP. <https://edudoc.ch/record/203995?v=pdf>
12. Guillaume, C. (2013). Le cerveau a-t-il un sexe ? *Les Cahiers Dynamiques*, n° 58(1), 31–39. <https://doi.org/10.3917/lcd.058.0031>
13. Hôpitaux universitaires de Genève (HUG). (2025, 5 mai). *Imagerie par résonance magnétique*. <https://www.hug.ch/neurologie/imagerie-par-resonance-magnetique>
14. Inserm. (2024, 24 septembre). *Le cerveau des hommes, différent de celui des femmes, vraiment ?* Inserm – Salle de presse (Canal Détox). <https://presse.inserm.fr/canal-detox/le-cerveau-des-hommes-different-de-celui-des-femmes-vraiment/>
15. Institut du Cerveau. (2025a, 13 décembre). *Neurosciences - Domaine de recherche*. <https://institutducerveau.org/lexique/neurosciences>
16. Institut du Cerveau. (2025b, 13 décembre). *Neurosciences cognitives - Domaine de recherche*. <https://institutducerveau.org/domaines/neurosciences-cognitives>
17. Larousse. (s.d.–a). Cognitif. Dans *Larousse - Dictionnaire de français*. Consulté le 19 mars 2024, sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cognitif/17004>
18. Larousse. (s.d.–b). Neurosciences. Dans *Larousse - Dictionnaire de français*. Consulté le 27 décembre 2023, sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/neurosciences/54418>
19. Larousse. (s.d.–c). Stéréotype. Dans *Larousse - Dictionnaire de français*. Consulté le 8 mars 2025, sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/stereotype/74654>

20. Larousse. (s.d.–d). Stimulus. Dans *Larousse - Dictionnaire de français*. Consulté le 17 mars 2024, sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/stimulus/74730>
21. Larousse. (s.d.–e). Synapse. Dans *Larousse - Dictionnaire de français*. Consulté le 2 janvier 2024, sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/synapse/76109>
22. Le Parisien. (2016, 15 janvier). *Stéréotypes : l'inégalité face aux maths, c'est dans la tête*. <https://www.leparisien.fr/archives/les-maths-c-est-dans-la-tete-15-01-2016-5451601.php>
23. Le Robert. (s.d.–a). Cérébral. Dans *Dico en ligne Le Robert*. Consulté le 19 mars 2024, sur <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/cerebral>
24. Le Robert. (s.d.–b). Gène. Dans *Dico en ligne Le Robert*. Consulté le 17 mars 2024, sur <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/gene>
25. Le Robert. (s.d.–c). Hormone. Dans *Dico en ligne Le Robert*. Consulté le 3 mars 2024, sur <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/hormone>
26. McEwen, B. S., & Milner, T. A. (2017). Understanding the broad influence of sex hormones and sex differences in the brain. *Journal of Neuroscience Research*, 95(1-2), 24–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jnr.23809>
27. Niquay, C., & Vigneault, M. (2021). Prophétie autoréalisatrice. Dans É. Gagnon-St-Pierre, C. Gratton, & E. M. Muszynski (Éds.), *Raccourcis : Guide pratique des biais cognitifs* (Vol. 3). En ligne : [www.shortcogs.com](http://www.shortcogs.com).
28. Office fédéral de la statistique (OFS). (2023, 16 septembre). *Entrées dans les hautes écoles universitaires selon le groupe de domaines d'études, en 2022*. <https://www.bfs.admin.ch/asset/fr/27085312>
29. Piau, C. (s.d.). *La plasticité cérébrale*. Fondation pour la Recherche sur le Cerveau (FRC). Consulté le 15 mars 2023, sur <https://www.frcneurodon.org/comprendre-le-cerveau/a-la-decouverte-du-cerveau/la-plasticite-cerebrale/>
30. Pletzer, B., Jäger, S., & Hawelka, S. (2019). Sex hormones and number processing. Progesterone and testosterone relate to hemispheric asymmetries during number comparison. *Hormones and Behavior*, 115, 104553. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.07.001>
31. Roche, V. (2022, 4 mai). *QI : qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?* destination santé. <https://www.sudouest.fr/sante/destination-sante/qi-qu-est-ce-que-c-est-et-a-quoi-ca-sert-10817372.php>
32. Service de l'enseignement secondaire du deuxième degré. (2024, 16 août). *Maturité gymnasiale*. <https://www.fr.ch/formation-et-ecoles/ecoles-secondaires-superieures/maturite-gymnasiale>
33. Ta@l'école. (s.d.). *Diagramme des parties du cerveau et les habiletés mathématiques*. Consulté le 3 mars 2024, sur <https://www.taalecole.ca/document/diagramme-des-parties-du-cerveau-et-les-habiletés-mathématiques/>
34. Usabilis. (s.d.). *Définition Biais cognitif*. Consulté le 4 janvier 2024, sur <https://www.usabilis.com/definition-biais-cognitifs/>
35. Vidal, C. (2012). *Hommes, femmes, avons-nous le même cerveau ?* Le Pommier.
36. Vidal, C., & Gilgenkrantz, S. (2005). Cerveau, sexe et préjugés. *M/S : médecine/sciences*, 21(12), 1112–1113. <https://doi.org/10.1051/medsci/200521121112>
37. Zimmermann, S. (2024, 11 novembre). *La méta-analyse : qu'est-ce que c'est ?* Passeport Santé. <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/analyses-medicales/Fiche.aspx?doc=meta-analyse>

---

## Annexe A : Glossaire

Biais cognitif	Une attitude envers un groupe de personnes qui est influencé par une pensée à l'égard de ce même groupe de personne (Usabilis, s.d.).
Cognitif	« qui se rapporte à la faculté de connaître » (Larousse, s.d.–a).
Cérébral	en rapport avec le cerveau (Le Robert, s.d.–a).
Gène	« unité définie localisée sur un chromosome, grâce à laquelle se transmet un caractère héréditaire. » (Le Robert, s.d.–b).
Hormone	« Une hormone est une substance chimique qui exerce une action spécifique sur le fonctionnement d'un organe » (Le Robert, s.d.–c).
IRMf	L'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) permet de localiser les zones ou aires fonctionnelles spécifiques du cerveau. Cette technique se base sur le changement local de flux sanguin qui se traduit par une activité cérébrale (Hôpitaux universitaires de Genève (HUG), 2025).
Neurosciences	Les neurosciences regroupent l'ensemble des disciplines scientifiques étudiant la structure et le fonctionnement du système nerveux, c'est-à-dire le cerveau, la moelle épinière et les nerfs (Institut du Cerveau, 2025a; Larousse, s.d.–b).
Neurosciences cognitives	Les neurosciences cognitives se penchent sur les liens entre les structures et les fonctions cérébrales. Elles recourent à plusieurs méthodes, par exemple des méthodes cliniques ou de l'imagerie cérébrale (Institut du Cerveau, 2025b).
Stéréotype	Un stéréotype est une opinion toute faite sur un groupe de personnes (Larousse, s.d.–c).
Stimulus	« Tout élément physique, chimique ou biologique capable de déclencher des phénomènes dans l'organisme, notamment des phénomènes nerveux, musculaires ou endocriniens. » (Larousse, s.d.–d), pluriel : stimuli.
QI	Le quotient intellectuel est la mesure des capacités cognitives grâce à différents tests (Roche, 2022).



---

## **Annexe B : Liste des abréviations**

DFAC : Direction de la formation et des affaires culturelles

EPFL : École polytechnique fédérale de Lausanne

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

IRMf : Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

OFS : Office fédéral de la statistique

OS : Option Spécifique

PAM : Physique et application des maths

QI : Quotient Intellectuel



---

## **Annexe C : Compte rendu de l'entretien du 11 mars 2024 avec Mme Cherine Fahim Fahmy**

---

Entretien avec Mme Cherine Fahim Fahmy docteure en sciences neurologiques et chargée de cours aux Départements de médecine et de psychologie clinique et de la santé de l'Université de Fribourg

- *Question : Est-ce que les hormones pourraient expliquer des différences d'approche des mathématiques entre les deux sexes ? que ce soit la façon de penser, la confiance en soi, ou les capacités cérébrales.*
- Réponse : Capacités cérébrales, oui. Il y a normalement une asymétrie cérébrale entre les deux hémisphères dans le cerveau et par exemple les hormones progestérone versus testostérone peuvent jouer un rôle. Donc la réponse est oui. Par contre, les articles sont assez controversés sur le sujet parce qu'en général, il n'y a pas vraiment un consensus dans la littérature concernant un cerveau femme, un cerveau homme. Il y a beaucoup de recherches là-dessus, mais le consensus général c'est que cela dépend des hormones et puisque cela dépend des hormones, cela dépend aussi de la prise d'hormones et des gènes des chromosomes.
- *Question : Est-ce que des différences de rythme de développement entre garçons et filles pourraient jouer un rôle ?*
- Réponse : La différence de rythmes de développement entre garçons et filles, cela peut jouer un rôle. C'est vrai qu'un garçon a la puberté un peu plus tardivement que les filles. Par exemple, un cerveau fille de 10 ans et demi cela peut être égal à un cerveau garçon de 14 ans et demi. Cela peut jouer un rôle, oui. Quel rôle exactement, je ne sais pas, mais ça joue un rôle, oui.
- *Question : Est-ce qu'on peut imaginer qu'il y ait encore des progrès et des découvertes à faire qui pourraient expliquer certaines différences au niveau neurologique ?*
- Réponse : Bien sûr. Les neurosciences sont qu'à leur début. Il y a beaucoup de découvertes, raison pour laquelle ce n'est pas assez clair la réponse à la question concernant les maths par exemple puisqu'on a des filles qui excellent en math, mais c'est vrai que ces filles peuvent utiliser d'autres parties de leur cerveau pour arriver aux, à la même excellence que les garçons. Également, concernant les maths, il ne faut pas négliger l'aspect langage. Le langage aussi est assez important dans les, dans la compréhension des problèmes mathématiques, dans la compréhension de la logique et dans la compréhension des équations par exemple. Donc c'est vrai que les cerveaux sont différents

## Annexe C : Questions et résultat brut du sondage sur les femmes et les mathématiques

Sondage réalisé par Elsa-Lou Risse le 5 mars 2024.

Modalités : questionnaire en ligne créé sur Google Forms Période du sondage : entre le 5 et le 6 mars 2024 Questions posées : 1. Sexe

1. Quel âge avez-vous ?
2. Dans quel pays avez-vous fait vos études ?
3. Où se situait votre moyenne en mathématiques à la fin de l'année scolaire passée ?
4. Pensez-vous qu'il est plus courant pour les hommes de se lancer dans des carrières mathématiques ?
5. Avez-vous déjà entendu des blagues ou des commentaires laissant entendre que les femmes sont moins fortes en maths que les hommes ?
6. Avez-vous déjà été encouragé.e à vous lancer dans des études mathématiques ou physiques (que ça soit par vos professeurs ou votre famille) ?
7. Souhaitez-vous peut-être faire des études universitaires dans le domaine des mathématiques ou de la physique ?

Données brutes : Nombre de réponses : 127, Femmes : 86, Hommes : 41

### Tableau 4

#### *Données brutes du sondage sur les femmes et les mathématiques*

Sexe	Moyenne maths	Blagues	Choix masc.	Encouragé.e	Choix poss.
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Non	Non	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Non	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Non	Oui	Peut-être
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être

H	En dessous de la moyenne	Non	Non	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Non	Non	Non
H	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Non	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
H	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
F	En dessous de la moyenne	Non	Non	Non	Non
H	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Non	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Non	Non	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Non	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
H	Largeement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Non
H	En dessous de la moyenne	Oui	Non	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Non	Non	Non
F	Largeement en dessus de la moyenne	Oui	Non	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Non	Non	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Non	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non

F	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Non
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Non
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Non
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Non
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Non	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Non	Oui	Non
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Non	Oui	Non
H	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Non
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Oui
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Oui
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Oui
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Oui
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Non	Oui	Oui
H	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Peut-être
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Oui	Non	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
H	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Peut-être
H	Peu en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Peut-être
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Peut-être
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Peut-être
H	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être

F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Peu en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Peut-être
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Oui
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Non	Oui
F	Peu en dessus de la moyenne	Non	Non	Oui	Oui
F	Largement en dessus de la moyenne	Non	Oui	Oui	Oui
H	En dessous de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
H	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui
F	Largement en dessus de la moyenne	Oui	Oui	Oui	Oui