

**ANNEXE 4**

**FILLES ET MATHÉMATIQUES : LUTTER CONTRE LES  
STÉRÉOTYPES, OUVRIR LE CHAMP DES POSSIBLES**

Établi par

**VALENTIN MELOT**  
Inspecteur des finances

**AGATHE ROSENZWEIG**  
*Data scientist* au pôle Science  
des données de l'IGF

Sous la supervision de  
**MICHAËL OHIER**  
Inspecteur général des finances  
et de

**CATHERINE SUEUR**  
Inspectrice générale des finances

**OLIVIER SIDOKPOHOU**  
Inspecteur général de l'éducation,  
du sport et de la recherche

**XAVIER GAUCHARD**  
Inspecteur général de l'éducation,  
du sport et de la recherche

**BÉNÉDICTE ROBERT**  
Inspectrice générale de l'éducation,  
du sport et de la recherche

**NATHALIE SAYAC**  
Inspectrice générale de l'éducation,  
du sport et de la recherche

**JÉRÔME TOURBEAUX**  
Inspecteur de l'éducation, du sport  
et de la recherche

**- FÉVRIER 2025 -**

## **ANNEXE 4**

### **Mécanismes expliquant la faible représentation des filles dans les STEM**

# SYNTHÈSE

La moindre orientation des filles dans les mathématiques, la physique, l'informatique et l'ingénierie (disciplines dites STEM) constitue un objet d'études pour l'économie, la sociologie, les neurosciences, les sciences de l'éducation ou encore la psychologie. Ces différentes disciplines proposent des interprétations et explications complémentaires au phénomène. La réduction très marquée de la place des femmes dans les STEM entre le début du lycée (56 % des effectifs en voie générale) et le monde professionnel (entre 10 et 40 % selon les disciplines et les types de postes) s'explique par l'agrégation de nombreux facteurs, chacun étant d'effet plutôt faible.

**I – Tout d'abord, il est consensuel que les écarts observés entre filles et garçons dans ces disciplines présentent un caractère construit socialement relevant principalement des stéréotypes de genre.** La littérature scientifique rejette l'idée selon laquelle les différences biologiques entre les hommes et les femmes pourraient expliquer les écarts genrés d'orientation et de performance en mathématiques. En revanche, il est désormais bien établi que les stéréotypes de genre peuvent expliquer une grande partie de ces écarts.

En psychologie, un stéréotype de genre est défini comme un ensemble de généralisations portant sur des caractéristiques attendues des hommes ou des femmes que le cerveau utilise pour simplifier la réalité, ce qui est indispensable à son fonctionnement. Les stéréotypes de genre portant sur les STEM sont principalement de trois catégories : 1° les STEM seraient intrinsèquement masculines, 2° les femmes seraient par nature moins performantes en STEM, 3° pratiquer les STEM supposerait des qualités (logique, rationalité, compétitivité) généralement plutôt prêtées aux hommes. Ces stéréotypes sont abondamment entretenus par un ensemble de représentations sociales, et ont ensuite des conséquences multiples.

**II – Au niveau individuel, des phénomènes cognitifs, assez bien compris aujourd'hui, affectent les aspirations d'orientation et la performance des filles.** Les stéréotypes de genre ont un caractère prescriptif et souvent simpliste, ce qui peut entraîner :

- ◆ **la menace du stéréotype**, phénomène autoréalisateur qui conduit à ce que les femmes, lorsqu'elles sont soumises à une pression évaluative élevée, réalisent plus fréquemment des contre-performances en STEM, ce qui s'explique par la façon dont le cerveau, inconsciemment, inhibe le stéréotype selon lequel elles devraient échouer ;
- ◆ **les biais dans l'évaluation de l'efficacité** : les stéréotypes de genre altèrent négativement la perception que les filles ont de leurs propres capacités en STEM. Ils peuvent donc les dissuader, à tort, de s'orienter vers ces disciplines alors qu'elles pourraient y être performantes ;
- ◆ le **sentiment d'illégitimité** qui en découle pour une partie des femmes dans les STEM, entretenu par les clichés sur leur moindre niveau en mathématiques ;
- ◆ **la perception de l'orientation en STEM comme inadéquate** : les aspirations des individus dans leurs choix d'orientation sont guidées par l'adéquation qu'ils anticipent entre leur personnalité et leur futur environnement d'études et d'emploi, mais ces anticipations sont biaisées par les stéréotypes de genre et le sentiment d'illégitimité ;
- ◆ **l'anxiété vis-à-vis des mathématiques**, qui altère négativement la performance des concernés et est plus susceptible d'affecter les filles exposées au stéréotype selon lequel les mathématiques seraient une discipline masculine.

**III – Au niveau collectif, les environnements d'études et de travail dans les STEM peuvent présenter un caractère dissuasif pour les femmes : celles-ci sont en minorité et se retrouvent parfois exposées à du sexisme.** La vision naturaliste selon laquelle les femmes ne seraient pas aptes aux STEM a justifié jusqu'à une période récente des discriminations à leur encontre inscrites dans la loi. Des discriminations de fait subsistent encore, et la légitimité des femmes dans les STEM fait l'objet de remises en cause encore trop fréquentes qui altèrent leurs conditions de travail et d'études. Ainsi, pour une lycéenne, s'orienter vers les STEM peut avoir un coût personnel important. Faire un tel choix nécessite non seulement de dépasser un stéréotype puissant, mais aussi d'accepter d'entrer dans un environnement où elles sont trop souvent perçues par les hommes avant tout comme des femmes plutôt que comme des pairs.

**IV – L'institution scolaire contribue pour partie à entretenir ces biais de genre entre les élèves, selon divers mécanismes.**

Des travaux ont montré que, plus les enseignants adhèrent à des représentations de genre stéréotypées, plus l'écart entre filles et garçons parmi leurs élèves est grand. Cette adhésion n'est pas nécessairement consciente : même lorsqu'ils sont attachés à l'égalité, les enseignants ne sont pas exempts du poids des représentations sociales. Pour expliquer ce lien causal, peuvent être notamment invoqués les effets des stéréotypes des enseignants 1° sur le jugement qu'ils portent sur les performances des élèves selon leur genre, 2° sur les conseils d'orientation donnés, 3° sur la représentation de la discipline transmise aux élèves, 4° sur le développement de l'anxiété vis-à-vis des mathématiques ou encore 5° sur la répartition de la parole et la gestion des interactions entre filles et garçons pendant les cours. Les effets précis de la mixité du système scolaire sur les écarts de résultats ou le rôle du professeur homme ou femme comme rôle modèle pour ces élèves restent par contre encore mal identifiés.

**En outre, les mécanismes d'orientation et de sélection des élèves et étudiants ne permettent pas de compenser ces effets genrés.** En matière d'orientation en particulier, l'institution scolaire est conçue pour donner une *liberté de choix* aux élèves et à leurs familles, mais prend peu en compte les déterminismes à l'œuvre dans la formation de ces choix. Or, ceux-ci sont formulés au lycée, à un âge où l'affirmation en tant qu'homme ou en tant que femme occupe une place importante dans la vie des élèves : leur identité de genre se confronte alors aux représentations genrées des métiers. Par ailleurs, les épreuves sélectives, en particulier les problèmes écrits de mathématiques, de physique et d'informatique en temps limité, favorisent l'apparition de la menace du stéréotype. Les attendus des différentes procédures de sélection et les critères d'évaluation induisent également des effets genrés qui ne sont pas toujours suffisamment pris en compte.

**V – À l'échelle collective, ces différents mécanismes présentent un caractère autoentretenu, qu'il est difficile de neutraliser.** Ces représentations se répercutent d'une cohorte sur la suivante, puisque les élèves ont une vision des études supérieures qui dépend notamment des choix des élèves qui les ont précédés. Elles sont également entretenues de génération en génération, souvent de façon inconsciente : les parents ont tendance à projeter leurs expériences personnelles sur leurs enfants et ainsi influencer leurs choix d'orientation ; les professeurs transmettent une vision de leur discipline à leurs élèves ; les parents et les professeurs des écoles constituent des modèles pour les élèves et leurs propres choix d'orientation participent à l'ancrage des stéréotypes ; les hommes majoritaires en STEM entretiennent des environnements de travail et d'études peu inclusifs. Enfin, la sous-représentation des femmes est régulièrement justifiée *a posteriori* par des explications biologiques, qui délégitiment toute action correctrice.

**Pour ces raisons, s'attaquer à la sous-représentation des femmes dans les études et les milieux professionnels STEM requerra des modifications structurelles, systémiques et inscrites dans la durée.**

# SOMMAIRE

<b>1. DES REPRÉSENTATIONS SOCIALES ET DES DISCRIMINATIONS À L'ENCONTRE DES FEMMES, QUI NE SONT PAS SPÉCIFIQUES AU SYSTÈME SCOLAIRE, ENTRAVENT LES FILLES SUSCEPTIBLES DE S'ORIENTER EN STEM.....</b>	<b>1</b>
1.1. Au cours de leur développement, les individus adhèrent à des stéréotypes construits, portant en particulier sur le genre.....	1
1.2. Les représentations sociales majoritaires associent les mathématiques et les sciences dites « dures » au genre masculin .....	2
1.2.1. <i>Les travaux des femmes scientifiques sont moins reconnus que ceux des hommes.....</i>	<i>2</i>
1.2.2. <i>Dans les contenus culturels, les femmes sont peu associées aux sciences en général.....</i>	<i>3</i>
1.3. Par ailleurs, la culture des STEM et plus particulièrement des mathématiques est associée à des comportements et des goûts masculins.....	4
1.4. L'idée fautive selon laquelle les femmes seraient intrinsèquement moins douées que les hommes en STEM reste profondément ancrée dans la société et délégitime les actions entreprises pour réduire les écarts.....	5
1.5. En France, les femmes ont eu un accès différencié, de nature discriminatoire, aux études et aux professions STEM jusqu'à la fin du XX <sup>e</sup> siècle, qui contribue encore à l'ancrage des stéréotypes.....	7
<b>2. LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE REJETTE DÉSORMAIS L'IDÉE D'UNE DIFFÉRENCE INNÉE ENTRE FEMMES ET HOMMES VIS-À-VIS DES STEM AU PROFIT D'EXPLICATIONS PAR LES STÉRÉOTYPES DE GENRE AFFECTANT LES CHOIX D'ORIENTATION ET LA PERFORMANCE .....</b>	<b>7</b>
2.1. Les stéréotypes de genre affectent les aspirations des élèves quant à leur orientation et dissuadent les filles de s'engager dans des études en STEM .....	8
2.1.1. <i>Le stéréotype opposant les STEM et le genre féminin altère l'envie, pour les filles, de s'orienter dans ces filières.....</i>	<i>8</i>
2.1.2. <i>Les écarts de perception par les filles et les garçons de leurs chances de succès en STEM contribuent également à expliquer les différences de choix d'orientation.....</i>	<i>10</i>
2.1.3. <i>Le « paradoxe norvégien » est compatible avec ces explications et ne remet pas en cause le caractère socialement construit des différences .....</i>	<i>11</i>
2.1.4. <i>L'histoire de la masculinisation de l'informatique intervenue dans les années 1980 illustre le caractère construit du phénomène.....</i>	<i>12</i>
2.2. Les écarts de performance en mathématiques entre femmes et hommes s'expliquent par des phénomènes sociaux tels que la menace du stéréotype mais non par des différences cognitives innées.....	13
2.2.1. <i>L'existence d'écarts de performance en mathématiques entre filles et garçons est consensuelle mais l'ampleur de ceux-ci est très faible .....</i>	<i>14</i>
2.2.2. <i>Les différences cognitives entre les sexes en matière de visualisation spatiale ne permettent pas d'expliquer ces différences de performance....</i>	<i>14</i>
2.2.3. <i>De nombreuses analyses concordantes plaident en revanche pour expliquer ces différences par des dynamiques sociales, liées en particulier à la scolarisation.....</i>	<i>15</i>

2.2.4.	<i>La menace du stéréotype explique une partie des moindres performances des filles, selon des mécanismes inconscients.....</i>	16
2.2.5.	<i>L'anxiété vis-à-vis des mathématiques affecte principalement les filles et altère leurs performances.....</i>	18
<b>3.</b>	<b>LE SYSTÈME SCOLAIRE N'ÉCHAPPE PAS AUX BIAIS DE GENRE ET CONTRIBUE ACTIVEMENT AUX ÉCARTS ENTRE FILLES ET GARÇONS EN STEM, BIEN QUE LES MÉCANISMES EXACTS À L'ŒUVRE NE SOIENT PAS TOUS PRÉCISÉMENT COMPRIS .....</b>	<b>19</b>
3.1.	Les représentations stéréotypées véhiculées par les enseignants ont un effet sur la performance respective des filles et des garçons en mathématiques .....	19
3.1.1.	<i>Les perceptions des élèves sur eux-mêmes sont influencées par les représentations de leurs enseignants.....</i>	20
3.1.2.	<i>D'un point de vue quantitatif, des études concordantes montrent que les biais de genre des enseignants affectent la performance scolaire des filles .....</i>	20
3.2.	L'insuffisante prise en compte des enjeux d'égalité entre les filles et les garçons dans le fonctionnement de la classe altère les conditions de l'apprentissage des filles, en particulier dans les disciplines scientifiques.....	21
3.2.1.	<i>Les interactions entre élèves dans le contexte de la classe mixte peuvent être défavorables aux filles, allant parfois jusqu'à entretenir des stéréotypes sexistes sur les STEM.....</i>	21
3.2.2.	<i>Dans le contexte de la classe mixte, les professeurs valorisent en moyenne davantage la participation des garçons que celle des filles.....</i>	22
3.2.3.	<i>Au contraire, permettre aux filles de disposer de temps où elles sont majoritaires a des effets positifs sur leur apprentissage des sciences .....</i>	23
3.3.	Les rôles modèles que représentent les enseignants eux-mêmes, du fait de leur genre et de leur formation disciplinaire, pourrait également expliquer l'entretien des stéréotypes, notamment à l'école primaire .....	24
<b>4.</b>	<b>LES PROCESSUS DE SÉLECTION ET D'ORIENTATION À L'ŒUVRE DANS LE SYSTÈME SCOLAIRE NE COMPENSENT PAS LES STÉRÉOTYPES DE GENRE, VOIRE LES PHÉNOMÈNES DE CENSURE SOCIALE AUXQUELLES LES FILLES SONT PARFOIS EXPOSÉES .....</b>	<b>25</b>
4.1.	Les filles souhaitant se diriger vers les STEM font parfois l'objet d'une censure sociale à travers le caractère sexiste de l'environnement et des discriminations qu'elles peuvent subir .....	25
4.1.1.	<i>Une partie de la recherche met en lumière le sexisme auquel sont confrontées les filles étudiant ou travaillant en STEM, ou souhaitant s'y orienter.....</i>	26
4.1.2.	<i>Aujourd'hui encore, les jurys peuvent être à l'origine de discriminations lorsqu'ils ne sont pas sensibles aux enjeux d'égalité entre les femmes et les hommes .....</i>	27
4.2.	Le système scolaire ne favorise pas une prise de recul de la part des élèves ni de leurs familles sur les aspirations d'orientation genrées, voire peut aggraver les stéréotypes à l'œuvre .....	28
4.3.	Les pratiques de sélection qui interviennent dans le cadre des processus d'orientation comportent des biais de genre qui pourraient être remis en cause ...	28
4.3.1.	<i>Les épreuves compétitives à forte pression évaluative, courantes en STEM, exacerbent la menace du stéréotype et l'anxiété et apparaissent, de ce fait, défavorables aux filles.....</i>	29

4.3.2. *Le type de compétences évaluées pour sélectionner les élèves peut être remis en question*..... 31

**CONCLUSION : LES MÉCANISMES EXPLIQUANT LE MOINDRE ACCÈS DES FEMMES AUX STEM SONT AUTOENTRETENUS, MAIS DE NOMBREUSES ACTIONS APPARAISSENT ENVISAGEABLES** ..... 33

**BIBLIOGRAPHIE** ..... 34

## 1. Des représentations sociales et des discriminations à l'encontre des femmes, qui ne sont pas spécifiques au système scolaire, entravent les filles susceptibles de s'orienter en STEM

Les STEM, et en France tout particulièrement les mathématiques, sont conçues comme des disciplines *intrinsèquement* masculines, ce qui constitue un stéréotype de genre (1.1). Ce stéréotype s'explique principalement par :

- ◆ les représentations véhiculées collectivement sur les scientifiques et mathématiciens (1.2) ;
- ◆ la façon dont est conçue la pratique des sciences et des mathématiques, qui correspond davantage à des intérêts et des comportements eux-mêmes stéréotypés masculins (1.3) ;
- ◆ un préjugé solidement ancré selon lequel les femmes seraient intrinsèquement moins douées pour les mathématiques (1.4) ;
- ◆ le poids de l'histoire, les femmes ayant subi en France des différences de traitement vis-à-vis des STEM à caractère discriminatoire jusqu'au second tiers du XX<sup>e</sup> siècle (1.5).

### 1.1. Au cours de leur développement, les individus adhèrent à des stéréotypes construits, portant en particulier sur le genre

En psychologie, un stéréotype est défini comme « *un ensemble de généralisations cognitives (par exemple de croyances ou d'attentes) au sujet des qualités et des caractéristiques des membres d'un groupe ou d'une catégorie sociale. Les stéréotypes, comme les schémas de pensée, simplifient et accélèrent les perceptions et les jugements*<sup>1</sup> ». L'existence de stéréotypes est liée au processus cognitif de catégorisation automatique et universelle, dont le caractère est inévitable.

Cette catégorisation induit une accentuation des ressemblances et des différences entre les individus et rend ces stéréotypes prescriptifs (ce qu'une fille ou un garçon doit être) et complémentaires (si l'un possède une caractéristique, l'autre ne la possède pas ou moins).

**Les individus sont sujets à des stéréotypes de plusieurs natures relatifs aux STEM, en particulier dans le domaine scolaire.** Ces stéréotypes de genre se construisent dès la petite enfance dans le cercle familial, puis dans les cercles de socialisation de l'enfant. L'âge de la scolarisation coïncide avec le renforcement des stéréotypes de genre sur les filles et les STEM [Régner *et al.* (2014)].

De tels stéréotypes concernent d'une part la performance attendue des filles et des femmes en STEM. Ainsi, dès la fin de l'école primaire, les enfants adhèrent à l'idée selon laquelle les femmes seraient moins performantes que les hommes en mathématiques [D. Martinot, Bagès et Désert (2012)]. D'autre part et, surtout, ces stéréotypes portent sur la nature *intrinsèquement masculine* des STEM. Francis *et al.* (2017), en se fondant sur des entretiens avec des adolescents de 15 à 16 ans au Royaume-Uni, montrent qu'à cet âge, l'association de la physique au genre masculin est déjà entièrement assimilée et justifiée par les élèves ; Tellhed, Björklund et Kallio Strand (2023) constatent par ailleurs que cette association peut parfois être encore plus forte chez les enseignants. Le poids de ces stéréotypes, très important, est consensuel parmi les chercheurs en psychologie.

---

<sup>1</sup> Selon le dictionnaire de la psychologie de l'association américaine de psychologie (<https://dictionary.apa.org/stereotype>, consulté le 8 janvier 2025).

Ces stéréotypes portent davantage sur l'*identité* que sur la *pratique* de la science. Ainsi, Archer *et al.* (2010) puis Rhodes *et al.* (2019) relèvent que dans l'enfance puis à l'adolescence, lorsque la science est présentée en termes d'actions (« *faisons de la science* », « *la science permet d'en apprendre davantage sur le monde* »), les filles sont davantage motivées à s'investir dans des jeux scientifiques pédagogiques que lorsque la science est présentée en termes d'identité (« *aujourd'hui nous allons être des scientifiques* », « *les scientifiques en apprennent davantage sur le monde* »).

Par ailleurs, les stéréotypes de genre ont une incidence importante sur les motivations respectives que devraient avoir les femmes et les hommes. Ainsi, un stéréotype fortement ancré dans la société veut que les femmes seraient davantage portées sur le travail du soin à autrui (*care*) [Ellemers (2018)] et plus généralement sur le travail avec les personnes, tandis que les hommes préféreraient travailler avec des objets et des concepts [Su et Rounds (2015)].

**Les stéréotypes de genre jouent ensuite un rôle considérable dans la perception qu'ont les individus de leur environnement.** Ils affectent la façon dont les personnes se comportent, se souviennent des informations sur elles-mêmes et sur les autres et ont donc des conséquences considérables sur les parcours de vie [Ellemers (2018)]. Ils ont également des conséquences sur la sociabilisation : par exemple, en conséquence des stéréotypes précédemment décrits, les garçons sont davantage que les filles incités à travailler en compétition [Croft, Schmader et Block (2015)]. Surtout, ces stéréotypes constituent une façon pour le cerveau d'interpréter des informations afin de les rendre cohérentes. Hoffman et Hurst (1990) montrent par exemple que les stéréotypes peuvent émerger simplement en réponse à une division sexuée du travail et servent à rationaliser cette différence en attribuant aux sexes des différences intrinsèques de personnalité. Finalement, ces stéréotypes constituent des modalités de justification de la réalité, à la lumière desquelles les situations observées sont expliquées. Ainsi, « *les stéréotypes sont résistants à la révision même lorsque le sujet rencontre des individus dont les qualités ne sont pas cohérentes avec le stéréotype<sup>2</sup>* ».

### 1.2. Les représentations sociales majoritaires associent les mathématiques et les sciences dites « dures » au genre masculin

**Les STEM sont très généralement pensés comme étant des champs masculins.** Cette association s'inscrit plus généralement dans une « *division socio-sexuée des savoirs* » [Mosconi (2003)], c'est-à-dire un phénomène social selon lequel certains champs de la connaissance sont associés à un genre ou à un niveau social. L'association entre les STEM et le genre masculin est cohérente avec la surreprésentation actuelle des hommes dans les études puis dans les professions liées à ces disciplines (*cf.* annexe 1). Cependant, elle ne s'y réduit pas entièrement, étant entretenue notamment par une moindre reconnaissance de la place des femmes dans les sciences (1.2.1) et par les stéréotypes dont sont empreints les contenus culturels (1.2.2).

#### 1.2.1. Les travaux des femmes scientifiques sont moins reconnus que ceux des hommes

**La sous-représentation des femmes scientifiques est associée à la moindre reconnaissance de leurs travaux.** L'histoire des sciences comporte de nombreux exemples de situations dans lesquelles des inventeuses et découvreuses ne sont pas passées à la postérité, alors que leur entourage masculin a tiré un crédit exclusif de leur invention.

---

<sup>2</sup> Dictionnaire de l'association américaine de psychologie, *ibid.*

## Annexe 4

Ainsi, à titre d'exemple, la reconnaissance d'Ada Lovelace comme première programmeuse informatique dans les années 1840 est tardive et postérieure à celle de Charles Babbage, avec qui elle a collaboré ; l'invention du compilateur informatique par Grace Hopper en 1951 a été un temps mise au crédit de John Von Neumann, concepteur de l'ordinateur sur lequel elle travaillait. En astrophysique, la découverte du premier pulsar par Jocelyn Bell en 1967 a donné lieu à l'attribution du prix Nobel en 1974 à son directeur de thèse. Ces observations ne sont toutefois pas propres aux STEM mais concernent plus généralement l'ensemble des domaines de sciences et techniques.

Ce phénomène est connu sous le nom d'« effet Matilda », du nom de Matilda Joslyn Gage, qui avait théorisé au XIX<sup>e</sup> siècle que les hommes s'attribuaient souvent les découvertes scientifiques et pensées intellectuelles des femmes.

### 1.2.2. Dans les contenus culturels, les femmes sont peu associées aux sciences en général

**Les contenus à destination du grand public et en particulier de la jeunesse maintiennent une association entre sciences « dures » et hommes.** Perronnet (2018) étudie les représentations genrées dans les contenus scientifiques à destination de la jeunesse : magazines, émissions télévisées, manuels scolaires, expositions ou encore jeux. De façon systématique, l'autrice relève une surreprésentation des hommes parmi les personnages scientifiques ou pratiquant les sciences. Les femmes, lorsqu'elles apparaissent, sont le plus souvent cantonnées au rôle d'*objet*.

Ainsi, à titre d'exemple, sur les illustrations des 110 couvertures du mensuel de vulgarisation pour la jeunesse *Sciences & Vie Junior* parues entre 2012 et 2018, 31 font figurer un homme seul, 7 font figurer des groupes mixtes et seules 2 font figurer des femmes seules ; ces dernières sont respectivement une statue et une femme hurlant face à une invasion extraterrestre. L'autrice conclut : « *les contenus culturels scientifiques [...] mettent en scène à peu près deux fois plus d'hommes que de femmes, tous statuts confondus. Cet écart s'accroît pour le statut scientifique : les femmes de sciences sont presque invisibles dans les musées, manuels scolaires, magazines spécialisés, dessins animés. Lorsqu'elles sont présentes, les figures féminines sont souvent porteuses de stéréotypes. Ce sont des femmes passives, voire objectifiées, et cantonnées aux domaines jugés féminins par essence (la nature, le care).* »

**Lorsque, toutefois, des modèles de femmes scientifiques ou mathématiciennes sont présentés dans les contenus culturels, celles-ci sont empreintes de stéréotypes qui rendent difficile, pour les filles, de s'identifier à ces personnages.** Des analyses menées par Dotson (2006), Mendick, Moreau et Hollingworth (2008) et Perronnet *et al.* (2024), il ressort que les femmes mathématiciennes dans la fiction sont souvent des personnages secondaires, voire subordonnés (assistantes). Dans ces œuvres, la contribution mathématique de la femme est rarement centrale. En revanche, un schéma récurrent consiste à mettre le personnage féminin pratiquant les mathématiques à l'épreuve, dont elle ne sort pas indemne ; les personnages féminins connaissent moins souvent d'*happy end* que les personnages masculins. Ces personnages sont aussi fréquemment présentés comme comportant des traits masculins importants.

Finalement, les schémas narratifs associant les femmes et les mathématiques relèvent souvent du registre de la transgression qui a un coût pour la personne concernée : être femme *et* mathématicienne ne peut être conçu comme neutre. Pour Mendick, Moreau et Hollingworth (2008), ces représentations n'aident pas les élèves à concevoir que l'on puisse être « *femme et intelligente, et en particulier femme, intelligente et attirante* » — alors que les femmes, et notamment les adolescentes, font l'objet d'une injonction sociale à la beauté [Hinshaw et Kranz (2009)].

### 1.3. Par ailleurs, la culture des STEM et plus particulièrement des mathématiques est associée à des comportements et des goûts masculins

Outre l'idée selon laquelle les STEM seraient *intrinsèquement* masculines, ces disciplines sont associées à des pratiques, des valeurs et des goûts qui sont eux-mêmes associés au genre masculin.

En premier lieu, les STEM, et tout particulièrement les mathématiques, sont souvent associées à l'idée de *génie* ou, tout du moins, à des dispositions d'esprit particulières, plutôt qu'à l'idée de travail. Dotson (2006), Mendick, Moreau et Hollingworth (2008) et Perronnet *et al.* (2024) montrent que ce stéréotype se fonde sur les compétences intellectuelles et sociales généralement associées à un mathématicien :

- ◆ celui-ci est réputé disposer d'un talent inné, plutôt que d'avoir acquis ses compétences par son travail alors que, dès la petite enfance, les filles ont intériorisé l'idée que les disciplines exigeant une « brillance intellectuelle » ou un « talent inné » sont moins adaptées à leur genre. De tels résultats sont par exemple mis en exergue par Bian, Leslie et Cimpian (2017), qui évaluent l'adhésion d'enfants de cinq ans à des récits de femmes douées ou travailleuses, ou par Ceci et Williams (2010), qui étudient l'intérêt d'enfants de six ans pour un même jeu selon qu'il est présenté comme fait pour les enfants « vraiment, vraiment intelligents » ou « qui font vraiment, vraiment de leur mieux » ;
- ◆ en outre, l'image d'un mathématicien est celle d'un chercheur solitaire, ascète voire retiré du monde. Ces représentations entrent en conflit direct avec les valeurs d'empathie et d'altruisme qui correspondent à un stéréotype féminin [Ellemers (2018)].

En second lieu, dans leurs finalités, les STEM sont généralement perçues comme étant centrées sur des compétences techniques et analytiques plutôt que sur l'atteinte d'objectifs explicites et concrets [Diekman *et al.* (2010) ; Diekman *et al.* (2011)]. En particulier, la culture majoritaire dans le milieu des mathématiques valorise l'abstraction et l'idée de « pureté » par rapport aux applications, selon la hiérarchie établie par Auguste Comte. Elle est en revanche peu perméable à l'idée d'une responsabilité sociétale [Ernest (2021) ; Perronnet *et al.* (2024)]. Or, toujours en lien avec le stéréotype du *care* et de l'altruisme comme valeurs typiquement féminines, ces objectifs sont associés à des intérêts typiquement masculins.

En troisième lieu, une représentation des mathématiques comme une discipline solitaire et compétitive, voire individualiste, découle de cette valorisation des mathématiques abstraites et de l'idée selon laquelle le mathématicien serait par nature peu sociable. Or, Aelenei *et al.* (2019) constatent que dans les environnements où la réussite est décrite en termes d'auto-valorisation (compétitivité, affirmation de soi, domination), les femmes se perçoivent comme moins légitimes et moins compétentes, et qu'elles sont alors moins motivées à choisir ce type de formation ou de métier. En revanche, dans ces mêmes environnements, ces effets ne sont pas observés chez les hommes. Enfin, ces effets n'apparaissent ni chez les hommes ni chez les femmes dans un contexte associant culture de la réussite, valeurs d'altruisme et de coopération.

Aussi, dans l'évaluation internationale PISA sur la résolution collaborative de problèmes parue en 2017, les filles obtiennent, de façon significative et dans tous les pays ayant participé à l'évaluation, de meilleurs résultats que les garçons [Mo (2017)].

**Enfin, en quatrième et dernier lieu, les pratiques culturelles à l'œuvre dans les STEM ont des conséquences sur le sentiment d'appartenance des femmes.** Une méta-étude de Cheryan *et al.* (2017) sur des données américaines établit que les cultures masculines, qui génèrent un sentiment d'appartenance plus faible chez les femmes, sont une explication importante de leur sous-représentation en informatique, ingénierie et physique<sup>3</sup>.

En particulier, les environnements stéréotypés tels que les décorations masculines des salles de classe, apparaissent à l'origine d'un sentiment d'exclusion. Master, Cheryan et Meltzoff (2016) observent que l'environnement stéréotypé d'une salle d'informatique (*goodies*, électronique, logiciels, magazines techniques, composants informatiques, jeux vidéo, livres informatiques et livres de science-fiction) présente un caractère rebutant pour les filles alors qu'un environnement non stéréotypé (images de la nature, d'art, bouteilles d'eau, stylos, machine à café, lampes, magazines généraux et plantes) ne présente pas ce caractère rebutant et ne décourage pas l'intérêt déclaré des garçons.

#### **1.4. L'idée fausse selon laquelle les femmes seraient intrinsèquement moins douées que les hommes en STEM reste profondément ancrée dans la société et délégitime les actions entreprises pour réduire les écarts**

**La perception qu'a le grand public des différences genrées en STEM est biaisée en faveur d'explications biologiques** [p. ex. Perronnet (2018)].

La théorie selon laquelle les femmes seraient *naturellement* inférieures d'un point de vue intellectuel et ne seraient donc pas destinées ni aux mathématiques, ni aux sciences a ainsi été fortement consensuelle entre les XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles. Au début des années 1980 encore, l'idée d'une supériorité innée des hommes sur les femmes en mathématiques restait fortement d'actualité dans la recherche en psychologie [p. ex. Benbow et Stanley (1982)].

**En contexte français, cette nature intrinsèquement masculine des mathématiques a été conceptualisée par plusieurs penseurs.** À titre d'exemple, Jean-Jacques Rousseau, tout en défendant l'accès des femmes à l'éducation, a écrit, dans *Émile ou de l'éducation* (livre V) : « *La recherche des vérités abstraites et spéculatives, des principes, des axiomes dans les sciences, tout ce qui tend à généraliser les idées n'est point du ressort des femmes, leurs études doivent se rapporter toutes à la pratique [...]; elles n'ont pas non plus assez de justesse et d'attention pour réussir aux sciences exactes, et, quant aux connaissances physiques, c'est à celui des deux qui est le plus agissant, le plus allant, qui voit le plus d'objets; c'est à celui qui a le plus de force et qui l'exerce davantage, à juger des rapports des êtres sensibles et des lois de la nature. [...] La femme a plus d'esprit et l'homme plus de génie; la femme observe et l'homme raisonne [...]* ». Barbin (2014) documente la place occupée par cette croyance parmi les acteurs publics et les scientifiques et les conséquences qu'elle a eue sur l'enseignement des mathématiques jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle. L'accès des femmes aux études scientifiques, et spécifiquement STEM, est ainsi tardif en France, et en retard par rapport à leur accès aux études littéraires.

---

<sup>3</sup> Dans le contexte anglo-saxon, les mathématiques sont moins associées au genre masculin que dans le contexte français. Le stéréotype masculin est en revanche beaucoup plus fort pour la physique.

**Depuis la fin du xx<sup>e</sup> siècle, la thèse d'une différence innée de compétences entre femmes et hommes est particulièrement répandue dans le grand public**, même si la conception d'une supériorité intellectuelle de l'homme sur la femme est plus rarement exprimée ouvertement. Cette différence innée est souvent présentée de façon simpliste, en particulier sous la forme d'une théorie selon laquelle le cerveau des hommes serait davantage « *rationnel* » et celui des femmes davantage « *émotionnel* », ou en mettant en avant les travaux sur les écarts dans la performance moyenne des femmes et des hommes en représentation spatiale (cf. 2.2.2 ci-dessous). Ces théories sont fréquemment associées à des explications évolutionnaires fragiles, plaquant sur les primates ou les humains préhistoriques mâles et femelles les rôles genrés actuels<sup>4</sup>. L'essai de John Gray (1992) *Les hommes viennent de Mars, les femmes viennent de Vénus* a fortement contribué à la diffusion de cette vision.

De même, les différences de choix d'orientation entre filles et garçons observées lorsque ceux-ci sont moins contraints (« paradoxe de l'égalité des sexes », cf. 2.1.3) sont fréquemment expliqués par des différences de nature. En particulier, l'orientation plus fréquente des filles vers les sciences du vivant est régulièrement associée à l'idée d'un *instinct maternel* et à une prédisposition à s'occuper d'autrui.

Ces idées participent d'une *naturalisation* ou *biologisation* des stéréotypes de genre, c'est-à-dire d'une théorie selon laquelle les stéréotypes sociaux auraient en réalité des causes naturelles. De nombreuses élèves filles rencontrées par la mission ont ainsi indiqué avoir été confrontées à des remarques selon lesquelles elles ne seraient « *naturellement pas faites pour les mathématiques* » — soit qu'elles fussent « *naturellement* » moins douées, soit qu'elles fussent « *naturellement* » disposées à s'orienter vers d'autres disciplines.

**Cette biologisation est d'autant plus marquée qu'elle apparaît cohérente avec l'expérience vécue.** En effet, des différences de résultats en mathématiques entre les filles et les garçons sont mesurées à différents âges de la vie par les évaluations nationales (évaluations repères ou « évaluations nationales de rentrée », cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillon – CEDRE) ou internationales (programme international de suivi des acquis des élèves – PISA, *trends in international mathematics and science study* – TIMSS) et par certains concours, en particulier à l'écrit, réputé neutre. En outre, dans leurs choix d'orientation, les filles formulent *spontanément* moins de vœux vers les filières STEM et expriment le plus fréquemment ce choix comme étant le résultat d'une décision éclairée et répondant à leurs *aspirations profondes*<sup>5</sup>. Les individus peuvent donc être portés à croire, de bonne foi, en la pertinence de ce stéréotype et en ses causes naturelles, quand bien même ceux-ci ont en réalité des origines socialement construites (cf. *infra*).

**Or, la biologisation du stéréotype conduit souvent à en légitimer les effets.** Kray *et al.* (2017) montrent ainsi que plus les individus adhèrent à l'idée d'une différence intrinsèque entre les femmes et les hommes, plus ceux-ci sont disposés à rationaliser les inégalités de genre et à les trouver justifiées. Ainsi, plusieurs enseignants et personnels de direction d'établissements scolaires ou supérieurs rencontrés par la mission ont affirmé que l'objectif de réduction de l'écart de genre en mathématiques serait illégitime puisqu'il irait contre les aspirations et les « goûts » des filles.

---

<sup>4</sup> Par exemple : « *les mâles partaient chasser et ont développé leur vision de l'espace, les femmes restaient dans les cavernes et ont développé leurs compétences sociales* ».

<sup>5</sup> Ainsi, au cours des échanges menés par la mission avec plus de cinquante jeunes filles scolarisées en lycée ou en CPGE, aucune n'a contesté l'idée que l'orientation qu'elle a suivie correspondait à *ses propres choix* au vu des possibilités ouvertes. Seule une élève a témoigné avoir été dissuadée par ses parents de conserver une spécialité physique-chimie en classe de première, ce qu'elle concevait comme une ouverture dans son profil littéraire.

### 1.5. En France, les femmes ont eu un accès différencié, de nature discriminatoire, aux études et aux professions STEM jusqu'à la fin du xx<sup>e</sup> siècle, qui contribue encore à l'ancrage des stéréotypes

**La censure subie par les femmes pour accéder aux études en STEM a également comporté, pendant une longue période, un caractère institutionnel.** En partie fondées sur les conceptions selon lesquelles les femmes n'étaient *intrinsèquement* pas faites pour ces disciplines, ces discriminations légales ont pris fin plus tardivement que pour les disciplines médicales et littéraires. Ainsi, Camille Sée, dont le nom est associé à la loi du 21 décembre 1880 sur l'enseignement secondaire des jeunes filles, estimait au sujet de cette loi que : « *il ne s'agit pas de préparer les jeunes filles à être savantes. Leur mission dans le monde n'est pas de faire de nouveaux progrès aux mathématiques et à la chimie*<sup>6</sup>. »

Dans un article consacré aux stéréotypes de genre dans l'enseignement des mathématiques entre 1880 et 1960, Barbin (2014) met en emphase le lien entre l'interdiction pour les jeunes femmes d'accéder aux grandes écoles militaires (notamment l'École polytechnique où était dispensés l'enseignement considéré comme le plus prestigieux des mathématiques) et les attentes plus faibles des programmes de mathématiques féminins. Ainsi, l'enseignement des mathématiques aux filles dans le secondaire suit un programme allégé par rapport à celui des garçons jusqu'en 1924. Dans le supérieur, un concours de l'agrégation en principe masculine coexiste avec un concours de l'agrégation féminine, dont le programme est allégé en ce qui concerne les branches les plus *nobles* des mathématiques. La différence entre les programmes des concours est, par exemple, justifiée par le mathématicien Henri Lebesgue par le fait que l'étude des mathématiques « *exige une initiative, une décision intellectuelle continue et c'est ce qui coûte le plus aux femmes* » [Barbin (2014)]. En outre, les femmes agrégées sont moins rémunérées et ont un service d'enseignement plus important [Ferrand (2004)]. La fusion des agrégations, envisagée à partir de 1920, n'aboutit qu'en 1960. En d'autres termes, à haut niveau, les femmes ont accès à une version dégradée, voire amoindrie du savoir mathématique.

Enfin, jusque dans les années 1980, les écoles normales supérieures de jeunes gens (Ulm, Saint-Cloud) et de jeunes filles (Sèvres, Fontenay) sont distinctes. Mais alors que les premières sont, au cours du xx<sup>e</sup> siècle, de plus en plus tournées vers la recherche, les secondes restent davantage tournées vers l'enseignement. Ainsi, à l'ÉNS de Sèvres, les jeunes filles n'ont pas accès aux cours de l'Université avant 1936 [Ferrand (2004)], et celles-ci n'ont accès à aucune bourse d'études ni hébergement si elles souhaitent se destiner à la recherche en physique [Barbin (2014)].

## 2. La littérature scientifique rejette désormais l'idée d'une différence innée entre femmes et hommes vis-à-vis des STEM au profit d'explications par les stéréotypes de genre affectant les choix d'orientation et la performance

Au niveau individuel, les mécanismes susceptibles d'expliquer les différences genrées en STEM ont été abondamment étudiés. Il ressort de la littérature récente étudiée par la mission que les écarts genrés s'expliquent par des dynamiques sociales, notamment par les stéréotypes de genre, mais non par des raisons biologiques. Ces études concernent d'une part les choix d'orientation (2.1), d'autre part les écarts de performance entre filles et garçons (2.2).

---

<sup>6</sup> Camille Sée, « Préface de M. Camille Sée », *Les lycées et collèges de jeunes filles. Documents, rapports et discours relatifs à la loi sur l'enseignement secondaire des jeunes filles*. Cité par Barbin (2014).

## 2.1. Les stéréotypes de genre affectent les aspirations des élèves quant à leur orientation et dissuadent les filles de s'engager dans des études en STEM

Deux approches complémentaires justifient que les stéréotypes de genre puissent impliquer une moindre orientation des filles vers les STEM : d'une part, la théorie de la recherche de l'adéquation, selon laquelle les élèves recherchent un environnement d'études en accord avec leur identité et leurs motivations (2.1.1), d'autre part la théorie du sentiment d'efficacité, selon laquelle les élèves tiennent compte de leurs chances de succès estimées dans les études vers lesquelles ils s'orientent (2.1.2). Le « paradoxe norvégien », parfois cité comme contre-argument, est bien compatible avec ces explications (2.1.3). Enfin, l'exemple historique de la masculinisation de l'informatique illustre ce caractère socialement construit des écarts d'orientation (2.1.4).

### 2.1.1. Le stéréotype opposant les STEM et le genre féminin altère l'envie, pour les filles, de s'orienter dans ces filières

Les travaux des psychologues de l'orientation visent à comprendre les déterminants des aspirations d'orientation des élèves. Les aspirations des élèves poursuivent un objectif d'*adéquation* (*fit* en anglais) à un domaine d'études, puis à un environnement professionnel. Schmader (2023) propose plus précisément une classification en plusieurs sous-objectifs :

- ◆ l'adéquation à l'environnement : certains choix d'orientation permettent d'étudier puis de travailler dans un environnement dans lequel le sujet se *sent bien*, par exemple parce qu'il partage les valeurs des personnes avec lesquelles il travaille, parce qu'il n'est pas soumis à du harcèlement, ou parce qu'il se sent validé et valorisé socialement ;
- ◆ l'adéquation au soi : certains champs disciplinaires et certains métiers sont associés à des caractéristiques individuelles, par exemple au masculin ou au féminin ;
- ◆ l'adéquation aux objectifs : poursuivre certains choix d'orientation est perçu comme un moyen d'atteindre des objectifs de vie tels que travailler avec des *choses* ou avec des *personnes*, travailler de façon compétitive ou de façon coopérative, ou encore aider les autres.

**En premier lieu, compte tenu de la sous-représentation actuelle des femmes dans les études et dans les filières professionnelles en STEM, choisir une telle orientation entraîne une moindre adéquation avec un environnement adapté à son bien-être.** La surreprésentation des hommes dans les environnements scolaires et professionnels en STEM conduit à ce que ceux-ci soient moins attractifs pour les femmes.

Dans les environnements professionnels en STEM, les femmes ont, en général, davantage conscience de leur identité féminine que les hommes de leur identité masculine avec pour conséquence le fait qu'elles ont conscience de faire partie d'un groupe minoritaire (menace de l'identité sociale, *social identity threat*) : elles se sentent jugées *en tant que femmes*, ce qui affecte leur bien-être au travail [Hall *et al.* (2019) ; Schmader (2023)]. Fouad, Fitzpatrick et Liu (2011) observent ainsi que les femmes ingénieures sont soumises à des discriminations de faible ampleur, mais régulières sur la base de leur genre. Ils montrent également que 20 % des femmes quittent la profession au cours de leurs cinq premières années d'activité, en invoquant, pour un tiers d'entre elles, le climat de l'environnement comme un facteur majeur de leur décision.

En contexte scolaire, un tel phénomène est illustré de façon spectaculaire par les travaux de Dousset et Thebault (2025). Les autrices étudient les causes de la forte diminution du nombre de filles reçues dans les écoles normales supérieures (ÉNS) en mathématiques après l'absorption de l'école normale supérieure des jeunes filles (ÉNSJF) de Sèvres, exclusivement féminine, par l'École normale supérieure de la rue d'Ulm, jusqu'alors principalement masculine. Elles constatent que moins de la moitié de la diminution du nombre de filles peut être expliquée par des différences de performance au concours entre filles et garçons. En revanche, la fusion a entraîné une forte diminution du nombre de candidates : dans les années suivant la fusion, les filles scolarisées en CPGE dans les lycées intégrant le plus d'élèves dans les grandes écoles étaient proportionnellement moins nombreuses à passer le concours de l'ÉNS fusionnée qu'elles ne l'étaient à passer le concours de l'ÉNSJF en mathématiques avant fusion. Les filles se sont ainsi *détournées* de l'école devenue mixte.

**En second lieu, les STEM sont associées à des finalités qui correspondent moins aux intérêts spécifiquement conçus comme féminins** [Schmader (2023)]. Les STEM sont en particulier souvent présentées comme au service de la technique, de l'abstraction, et supposant de travailler avec des objets ou de transformer le monde, tandis que les sciences du vivant sont davantage associées à l'idée du *care*, et donc à des objectifs considérés comme féminins.

**En troisième lieu, puisque les STEM sont associées au genre masculin, choisir de s'orienter vers ces disciplines constitue, pour une fille, une transgression.** Les stéréotypes sur les rôles sociaux des hommes et des femmes ont alors un caractère exclusif : ce qui est associé au genre masculin est exclu pour les filles, et réciproquement.

Ainsi, Archer *et al.* (2010) et Perronnet (2018) constatent, sur la base d'entretiens avec des élèves, qu'à partir de l'adolescence, devenir une femme devient incompatible, dans les représentations, avec le fait d'être un scientifique. Vouillot (2007) explique que les adolescents des deux sexes éprouvent une « *nécessité permanente de prouver à [eux-mêmes] et aux autres [qu'ils sont] une fille/femme féminine, un garçon/homme masculin* » : « *parce que [leur] identité n'est jamais complètement assurée et a sans cesse besoin d'être confirmée par le regard d'autrui, les choix d'orientation sont "instrumentalisés" au service du genre, par la nécessité d'affirmation identitaire en tant que fille ou garçon, femme ou homme.* » Nosek, Banaji et Greenwald (2002) synthétisent ce phénomène sous une formule :

**« *maths = masculin, moi = féminine, donc maths ≠ moi.* »**

Archer *et al.* (2012) montrent alors que, pour cette raison, l'orientation des jeunes filles vers les STEM suppose souvent une « négociation » entre deux représentations *a priori* contradictoires. Les filles choisissant finalement de s'orienter vers les sciences endossent alors souvent une identité rendant cette orientation compatible avec leur féminité : soit en s'affirmant comme *ayant toujours voulu faire des sciences* — leur orientation n'étant pas négociable, leur féminité ne saurait être remise en cause par celle-ci —, soit en s'identifiant à un modèle de scientifique spécifiquement féminin, présentant donc ses aspirations comme spécifiquement *utiles, au service des autres* ou bien *de la planète*, et donc *acceptables* en tant que femme en devenir.

**Il s'ensuit que les aspirations des filles sont biaisées, dans un sens qui les dissuade de choisir de s'orienter vers les STEM. Ces biais ont des causes qui leur sont extérieures, d'où le rejet par certains sociologues du terme d'« autocensure », qui fait porter la responsabilité du choix d'orientation sur les individus.**

**En particulier, ces biais présentent un caractère autoentretenu d'une génération sur l'autre.** La sous-représentation des femmes dans les STEM pour une génération confirme, pour les élèves de la génération suivante, le stéréotype *masculin* associé à ces disciplines. Elle conduit à ce que l'environnement STEM soit davantage adapté à des codes masculins et à ce que les pratiques professionnelles correspondent à des aspirations plus conformes aux stéréotypes masculins. L'effet de ces représentations est particulièrement marqué s'agissant des relations mère-fille : avoir une mère employée dans un secteur stéréotypé féminin augmente la probabilité pour leurs filles de s'orienter vers un secteur stéréotypé féminin [van der Vleuten *et al.* (2018)]. De façon plus générale, les parents ont tendance à projeter leurs expériences personnelles sur leurs enfants et ainsi influencer leurs choix d'orientation [Dangoisse et Nils (2019)].

### **2.1.2. Les écarts de perception par les filles et les garçons de leurs chances de succès en STEM contribuent également à expliquer les différences de choix d'orientation**

**Au moment de formuler des choix d'orientation, la perception par les élèves de leurs chances de succès dans une filière constitue un déterminant important.** Ce lien est conceptualisé de longue date à travers le modèle dit « *théorie de l'espérance-valeur* » [Eccles (1983)]. Dans une enquête menée sur les choix d'orientation de 8 500 lycéens franciliens, Breda *et al.* (2018) voient dans la « *confiance en soi en mathématiques, quel que soit l'indicateur retenu* » la principale variable expliquant le choix d'une poursuite d'études en mathématiques. En particulier, ce niveau de confiance explique davantage les choix d'orientation que le niveau *réel* mesuré. Terrier, Hakimov et Schmacker (2023) montrent à ce sujet que pour les élèves qui sous-estiment leur niveau scolaire par rapport à celui de leurs pairs, porter à leur connaissance leur positionnement dans la distribution des notes augmente leurs chances de postuler dans des formations sélectives.

**Plusieurs mécanismes conduisent les filles à estimer leurs chances de succès dans les études STEM comme plus faibles que celles des garçons.** Certes, on observe effectivement que les filles ont des performances légèrement plus basses que les garçons en STEM (*cf.* 2.2). Mais les chances de succès sont plutôt sous-estimées par des biais de perception. Ces biais peuvent prendre plusieurs formes :

- ◆ de façon générale, est observé, dans les disciplines perçues comme masculines uniquement, un plus faible sentiment d'efficacité des femmes, c'est-à-dire une sous-estimation de leur niveau par rapport à la réalité et par rapport aux estimations que font les hommes de leur propre niveau [Beyer et Bowden (1997)]. Ce biais négatif de perception est entretenu par les performances passées aux évaluations : des résultats moindres à un instant  $t$  diminuent le sentiment d'efficacité à l'évaluation  $t+1$ . En mathématiques, Arens, Frenzel et Goetz (2022) ainsi que Cheryan *et al.* (2017) montrent que ce moindre sentiment d'efficacité est en fait relié non pas en tant que telle au genre, mais à l'auto-identification comme « fait(e) pour les mathématiques », celle-ci étant en moyenne plus faible chez les filles ;
- ◆ de plus, la prégnance de l'idée selon laquelle les filles seraient par nature moins fortes en mathématiques affecte à la baisse l'évaluation qu'elles font de leur propre efficacité. Good, Rattan et Dweck (2012) établissent que le fait, pour une fille, d'adhérer à cette vision, réduit la volonté de poursuivre des études de mathématiques ;

## Annexe 4

- ◆ enfin, des stéréotypes de genre venant de l'environnement extérieur conduisent à davantage attribuer les performances des filles au travail et les performances des garçons au talent, ce que Mosconi (2001) qualifie de « double standard ». Verniers et Martinot (2015) ont également établi à partir d'un échantillon d'élèves français de quinze ans, que plus une fille est perçue comme travaillant dur, moins ses chances de succès dans les études sont perçues comme élevées, alors qu'un tel lien n'est pas établi pour les garçons.

Le différentiel de perception que peuvent avoir les filles et les garçons de leur sentiment d'efficacité en mathématiques se cristallise au moment des choix d'orientation. En outre, une fois ces choix d'orientation intervenus, pour les femmes qui, malgré tout, poursuivent des études en STEM, la sous-évaluation du sentiment d'efficacité constitue une cause de mal-être [Cheryan *et al.* (2017)].

### 2.1.3. Le « paradoxe norvégien » est compatible avec ces explications et ne remet pas en cause le caractère socialement construit des différences

Certains interlocuteurs rencontrés par la mission ont mis en avant le paradoxe de l'égalité des sexes, ou « paradoxe norvégien » pour contester ces explications sur la moindre orientation des filles vers les STEM. Ce « paradoxe » désigne le fait que, dans les pays les plus égalitaires, les filles s'orientent peu vers les STEM. Il y a en effet une corrélation négative, observée par certaines études, entre la propension des filles à se diriger vers les STEM et divers indicateurs mesurant le niveau d'égalité entre les sexes ou le niveau de liberté des femmes à l'échelle d'un pays. Certains voient dans ces résultats l'idée selon laquelle *plus les femmes sont libres, plus celles-ci peuvent suivre leurs aspirations*. Différents mécanismes sous-jacents sont proposés : soit les femmes auraient intrinsèquement des intérêts les portant davantage vers les disciplines autres que les STEM, soit elles seraient comparativement plus fortes dans ces mêmes disciplines (théorie de l'espérance-valeur, Eccles (1983)).

Les travaux relatifs à cette question ont donné lieu à plusieurs débats. Ainsi, l'étude la plus citée en la matière, celle de Stoet et Geary (2018), a fait l'objet de critiques méthodologiques [par exemple S. S. Richardson *et al.* (2020)], mais le constat a pu être répliqué, par exemple par Balducci *et al.* (2024), de sorte que l'existence de la corrélation est plutôt acceptée par la communauté scientifique. Un débat plus important concerne les causes profondes de la corrélation mise en avant. Ainsi, certains commentateurs émettent, le plus souvent de façon implicite, l'hypothèse selon laquelle ce « paradoxe norvégien » confirmerait le caractère inné des différences entre les sexes : dans les pays où les femmes disposent de plus de libertés, elles seraient davantage en mesure de suivre leurs *aspirations naturelles* ou leurs *talents naturels* qui les mèneraient davantage vers les matières littéraires ou le domaine du soin (*care*) que vers les STEM.

Cependant, une littérature abondante voit davantage ce phénomène comme étant, au moins pour partie, compatible avec des thèses socio-constructivistes : les pays considérés comme les plus *avancés* en matière d'égalité des genres ne sont pas pour autant totalement affranchis des stéréotypes associant les mathématiques aux hommes. Ainsi, dans ces pays, bien que les femmes soient actrices de leur orientation [Breda *et al.* (2020)], leurs aspirations peuvent être affectées par un moindre sentiment d'adéquation ou un moindre sentiment d'efficacité dans les filières STEM dont les études en SHS, lettres ou sciences du vivant sont exemptes. Au contraire, dans les pays moins égalitaires, l'accès aux études scientifiques peut constituer un moyen d'émancipation pour les femmes ou encore une injonction du milieu social.

Ces considérations fondent une autre critique de S. S. Richardson *et al.* (2020) sur le « paradoxe norvégien » : la mesure utilisée pour quantifier l'égalité entre les sexes est, selon ces auteurs, insuffisamment robuste en ce qu'elle ne tient pas compte des différences genrées dans les métiers, qui est pourtant une dimension importante de l'égalité.

### 2.1.4. L'histoire de la masculinisation de l'informatique intervenue dans les années 1980 illustre le caractère construit du phénomène

**La masculinisation des sciences informatiques observée depuis les années 1980 est, en outre, fréquemment invoquée pour montrer le caractère construit des représentations genrées des disciplines**, notamment dans la lignée des travaux de Collet (2004)<sup>7</sup>.

Ainsi, jusque dans les années 1970, l'informatique n'était pas spécifiquement associée à un stéréotype de genre masculin. Son histoire laisse une place importante aux femmes : jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les *calculatrices*, chargées d'exécuter à la main les calculs nécessaires à la recherche scientifique, exerçaient un métier perçu comme proche du secrétariat et étaient majoritairement des femmes. Plusieurs avancées majeures des sciences informatiques sont d'ailleurs le fait de femmes : Grace Hopper est l'inventeuse du premier compilateur informatique<sup>8</sup> et Ada Lovelace est aujourd'hui généralement considérée comme la première développeuse de l'histoire.

La discipline était alors perçue comme moins « prestigieuse » que les mathématiques et l'électronique dont elle est proche : les laboratoires de recherche avaient une politique de recrutement ouverte et attiraient une proportion élevée de femmes, qui pouvaient même connaître des progressions de carrière importantes dans des entreprises privées à la pointe de la recherche [Evans (2018)]. En France, la proportion de filles parmi les élèves en école d'ingénieurs en informatique a atteint 47 % en 1979, alors qu'elles n'étaient que 15 % à être inscrites dans des écoles d'ingénieurs toutes options confondues. L'ingénierie informatique était alors un emploi de bureau, perçu comme davantage compatible avec la féminité que d'autres secteurs (travaux publics, mécanique) [Collet (2004)].

En revanche, au cours des années 1980, l'informatique a fait l'objet d'un changement de pratiques et de représentations. À la suite de l'invention de l'ordinateur personnel, le personnage de l'informaticien est entré dans la culture populaire. Il est alors principalement associé aux images du *geek* (marginal), du *hacker* (tout-puissant) et de l'innovateur autoentrepreneur (*self-made man*), c'est-à-dire à trois stéréotypes masculins. En parallèle, les unités de recherche en informatique ont modifié leur pratique de recrutement en rétrécissant le champ des profils recherchés pour valoriser davantage les élèves issus des universités les plus sélectives ; les recrutements ouverts et la logique de progression de carrière qui bénéficiait aux femmes se sont amenuisés. En France, dans les écoles d'ingénieurs, les effectifs des ingénieurs en informatique se sont massifiés ; le nombre de filles en valeur absolue est resté stable, mais les nouvelles places ouvertes ont attiré pour l'essentiel des garçons. La part des filles dans les études d'informatique a donc régulièrement diminué jusqu'à atteindre 15 % en 2000. Un phénomène identique est observé à la même époque aux États-Unis.

**Ainsi, en vingt ans environ, un changement culturel a suffi à ce qu'une discipline non genrée devienne majoritairement masculine, dans ses représentations comme dans son recrutement.**

---

<sup>7</sup> Cette section est issue d'une conférence au Collège de France donnée par Xavier Leroy le 18 octobre 2024. Voir : <https://www.youtube.com/watch?v=qUVudhcSkjo>.

<sup>8</sup> Programme prenant en entrée un code source écrit dans un langage de programmation destiné à être facilement compris par un humain, et renvoyant en sortie un code en langage machine destiné à être exécuté directement par un ordinateur.

## 2.2. Les écarts de performance en mathématiques entre femmes et hommes s'expliquent par des phénomènes sociaux tels que la menace du stéréotype mais non par des différences cognitives innées

Un sujet de recherche actif concerne les écarts de performance entre femmes et hommes en mathématiques, qui expliquent en partie les écarts d'orientation (cf. 2.1.2) et entretiennent le stéréotype selon lequel cette discipline serait intrinsèquement masculine (cf. 1.4). L'existence de tels écarts est bien établie par la littérature scientifique, quoique ceux-ci soient en réalité assez faibles (0). De tels écarts s'expliquent difficilement par des différences cognitives innées entre femmes et hommes (2.2.2), mais davantage par des dynamiques sociales (2.2.3).

À l'échelle individuelle, les mécanismes à l'œuvre sont désormais plutôt bien compris. Ils reposent en particulier sur la façon dont le cerveau traite les stéréotypes de façon inconsciente et leur donne un caractère autoréalisateur (2.2.4). L'anxiété en mathématiques, à laquelle les filles sont davantage exposées que les garçons pour des raisons sociales également, peut également expliquer une partie des écarts (2.2.5).

Dans l'ensemble de cette section, la mesure statistique appelée « *d* de Cohen » est utilisée pour quantifier l'importance des effets observés (cf. encadré 1).

### Encadré 1 : La mesure de la taille d'effet par le *d* de Cohen

Le *d* de Cohen est un indicateur statistique permettant de quantifier l'importance d'un phénomène (par exemple le sexe, le fait d'avoir reçu un traitement, *etc.*) qui affecte une variable individuelle. Dans les exemples suivants, la variable individuelle considérée est un score à un test de mathématiques. On commence par quantifier la variabilité dans l'ensemble de la population toute entière en calculant l'écart-type du score<sup>9</sup>, noté  $\sigma$ . D'autre part, on étudie le score moyen  $m_1$  parmi la première partie de la population (par exemple les hommes, la population traitée, *etc.*) et le score moyen  $m_2$  parmi la deuxième partie (par exemple les femmes, la population non traitée, *etc.*). Le *d* de Cohen est défini comme le ratio :

$$d = \frac{|m_1 - m_2|}{\sigma}$$

c'est-à-dire l'écart entre les deux moyennes exprimé en fonction de l'écart-type, et donné en valeur absolue. Le *d* de Cohen exprime donc l'effet moyen du phénomène par rapport à la dispersion de l'ensemble des scores ou, autrement dit, à quel point le phénomène étudié est important par rapport aux autres causes de variation entre individus.

En sciences comportementales, une convention introduite par Cohen (1988) et largement acceptée [voir par exemple Sullivan et Feinn (2012) ou Lakens (2013)] consiste à regarder un effet de  $d = 0,2$  comme « faible », un effet de  $d = 0,5$  comme « moyen » et un effet de  $d = 0,8$  comme « important ». On parle de « taille d'effet faible », « moyenne » ou « importante ». Si la pertinence de cette échelle pour les études sur les écarts de niveau scolaire est parfois sujette à débats [Luyten, Merrell et Tymms (2020)], celle-ci est utilisée par certaines études faisant référence [par exemple Hyde, Fennema et Lamon (1990)]. La mission choisit donc de l'utiliser dans la présente section.

Source : Lakens (2013).

<sup>9</sup> Plus précisément, cet écart-type est retraité pour neutraliser l'effet de la variable individuelle considérée. La valeur de  $\sigma$  étudiée est donc un écart-type « combiné » obtenu comme une moyenne pondérée de l'écart-type de chacune des deux sous-populations :  $\sigma = \sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{(n_1+n_2-2)}}$ , avec  $n_1$  et  $n_2$  les tailles des deux sous-populations,  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  les écarts-types au sein de chacune des deux sous-populations.

### 2.2.1. L'existence d'écarts de performance en mathématiques entre filles et garçons est consensuelle mais l'ampleur de ceux-ci est très faible

**La mesure des écarts de performances entre femmes et hommes en mathématiques fait l'objet d'une recherche active.** En France, les travaux de la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) du ministère de l'Éducation nationale, synthétisés par Eteve, Garnerio et Paillet (2025), font état de différences entre élèves selon le sexe favorables aux garçons à partir de la classe de CE1, d'importance faible à moyenne ( $d = 0,10$  à  $d = 0,32$ ) et variables selon la classe et l'année de mesure. De très nombreuses études ont été menées dans l'ensemble des pays du monde, selon des méthodologies diverses, pour chercher à mesurer de telles différences.

Plusieurs méta-analyses ont synthétisé les résultats de recherche disponibles, notamment celle de Hyde, Fennema et Lamon (1990) et celle de Lindberg *et al.* (2010) considérée comme une référence en la matière [Hyde (2016)].

**Ces méta-analyses suggèrent, de façon convergente que :**

- ◆ le sexe a un effet sur la performance en mathématiques, mais celui-ci est faible. Les tailles d'effet mesurées par ces méta-études varient entre  $d = 0,05$  (négligeable) et  $d = 0,31$  (faible à moyen) ;
- ◆ les écarts dépendent des compétences précises étudiées et de l'âge de la vie. Les écarts les plus importants sont observés en résolution de problèmes complexes parmi des élèves de lycée et des étudiants (jusqu'à  $d = 0,43$ ) ;
- ◆ les scores des hommes sont nettement plus dispersés. Autrement dit, les hommes sont davantage représentés parmi les personnes obtenant des scores très élevés et très faibles.

### 2.2.2. Les différences cognitives entre les sexes en matière de visualisation spatiale ne permettent pas d'expliquer ces différences de performance

Il est établi que les différences chromosomiques et hormonales ont des implications observables sur la structure, la taille et le fonctionnement du cerveau des hommes et des femmes. Une hypothèse ancienne voudrait que les différences naturelles entre les cerveaux féminins et masculin aient des conséquences sur leur plus ou moins grande aptitude pour les sciences et les mathématiques.

Diverses études menées au cours de la deuxième moitié du vingtième siècle ont conclu à des différences de performances moyennes entre hommes et femmes sur certains tests cognitifs. En particulier, il est ainsi établi une surperformance moyenne des femmes dans les aptitudes verbales et une surperformance moyenne des hommes dans certaines compétences spatiales, notamment le test dit des rotations spatiales en trois dimensions<sup>10</sup> [Halpern *et al.* (2007)]. Ces résultats ont parfois été présentés à l'appui de la thèse d'une prédisposition des femmes pour les lettres et des hommes pour le repérage dans l'espace et, par extension, pour les mathématiques. En France, l'interprétation de ces résultats et les critiques qui leur ont été adressées ont donné lieu à une controverse à la fin des années 2000 et au début des années 2010 [Vidal (2012) ; Gauvrit et Ramus (2014)]. Par-delà ces controverses, plusieurs éléments apparaissent aujourd'hui consensuels.

---

<sup>10</sup> Exercice dans lequel le sujet doit identifier à quoi ressemble une figure complexe en trois dimensions après avoir subi une rotation.

## Annexe 4

Ainsi, il est vrai que les différences moyennes sur les tests de visualisation spatiale sont significatifs. Les principales méta-études en la matière font état de tailles d'effets moyennes à importantes :  $d = 0,73$  pour Linn et Petersen (1985),  $d = 0,51$  pour Voyer, Voyer et Bryden (1995).

**En revanche les méta-analyses montrent que les différences sexuées sont variables selon les capacités étudiées et parfois à l'avantage des femmes.** Tel est le cas notamment s'agissant de certaines capacités verbales [Halpern *et al.* (2007)], ainsi que de la mémoire des lieux et de l'identification d'objets [Levy, Astur et Frick (2005)].

Ainsi, ces différences peuvent se compenser sur des tâches plus complexes nécessitant de mener plusieurs tâches élémentaires ; par exemple, le repérage dans un labyrinthe, qui requiert d'associer mémoire des objets et navigation spatiale, conduit à des résultats équivalents pour les femmes et les hommes [Levy, Astur et Frick (2005)]. Or, les mathématiques constituent une discipline complexe, associant de nombreuses compétences : visualisation spatiale, mais aussi mémoire, abstraction, communication, etc. Dans ce contexte, les écarts de performance mesurés en visualisation spatiale peuvent difficilement expliquer les différences entre femmes et hommes en mathématiques.

### 2.2.3. De nombreuses analyses concordantes plaident en revanche pour expliquer ces différences par des dynamiques sociales, liées en particulier à la scolarisation

**Par ailleurs, les analyses menées sur les écarts de genre en mathématiques montrent que ceux-ci varient en fonction de variables sociales et non pas en fonction de variables biologiques.**

Ainsi, par exemple, Penner (2008) a mené des comparaisons internationales sur les écarts entre filles et garçons en mathématiques. Il observe une variabilité importante de la situation respective des filles et des garçons entre les pays et des écarts entre les deux sexes. Il montre en outre que les écarts de proportion des femmes et des hommes parmi les personnes les plus qualifiées en mathématiques sont fortement associés aux inégalités entre les femmes et les hommes dans la société.

Par ailleurs, Borra, Iacovou et Sevilla (2023) ont étudié le développement physique et les performances en mathématiques d'une cohorte de Britanniques nés en 1958. Ils observent l'émergence d'écarts entre filles et garçons au moment de la puberté et montrent que la baisse relative des résultats des filles en mathématiques est liée au fait qu'elles sont perçues comme adolescentes et féminines par leur environnement (parents, autres élèves, professeurs), plus qu'aux transformations physiques du corps, c'est-à-dire qu'elle est expliquée par des facteurs sociaux plutôt que biologiques.

**Surtout, de nombreux résultats tendent à montrer que les causes des écarts genrés en mathématiques sont à rechercher dans les dynamiques scolaires.**

Au niveau international, les méta-analyses de Linn et Hyde (1989), de Hyde, Fennema et Lamon (1990) et de Lindberg *et al.* (2010) montrent une réduction des écarts moyens entre femmes et hommes en mathématiques au cours du temps depuis la seconde guerre mondiale : ceux-ci passent de  $d = 0,31$  sur la période 1945-1973 à  $d = 0,05$  sur la période 1994-2010. Une explication généralement proposée à ce phénomène est que ces écarts pouvaient s'expliquer au moins en partie par les différences de scolarisation et que la généralisation de la mixité scolaire en Occident lors de la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle aurait permis une convergence des enseignements reçus par les filles et les garçons et donc une réduction des écarts de performance [Perronnet *et al.* (2024)].

Hyde (2016) relève pour sa part que la supériorité des hommes en matière de visualisation spatiale n'est présente que chez les élèves qui n'ont pas reçu de cours de géométrie à l'école. L'explication proposée est que les différences de représentation spatiale ne s'expliqueraient pas par des causes innées, mais par les pratiques ludiques différenciées des élèves (jeux de construction, jeux d'occupation de l'espace dans la cour de récréation) et que la pratique de la géométrie à l'école suffirait à les compenser

**En France, le déploiement d'évaluations nationales standardisées destinées à suivre le niveau des élèves à partir de 2018 permet d'observer que l'apparition de l'écart favorables aux garçons a lieu dès le début de l'école primaire, au cours de l'année de CP** (cf. annexe 1). Breda, Sultan Parraud et Touitou (2024) montrent que cet écart a lieu « *sur l'ensemble du territoire, dans tous les types d'écoles et dans tous les milieux familiaux. Autrement dit, aucune configuration scolaire [...] ni aucune configuration familiale [...] ne permet d'éviter l'apparition d'un écart très tôt dans la scolarité en mathématiques en défaveur des filles* ».

Les analyses de P. Martinot (2023) montrent que les dynamiques à l'origine des écarts entre filles et garçons en mathématiques se cristallisent lors de la scolarisation. En particulier, l'autrice montre que les écarts sont corrélés à la *durée de scolarisation* (temps écoulé depuis l'entrée au CP) mais pas directement à l'*âge* des enfants (temps écoulé depuis la naissance).

Ainsi, en particulier, au moment des évaluations, les écarts sont déjà détectables parmi les enfants nés en décembre de l'année  $n$  et scolarisés en CE1 ( $d > 0,2$ ), mais non entre les enfants nés en janvier de l'année  $n+1$  encore en classe de CP ( $d < 0,05$ ). L'autrice note par ailleurs que les écarts sont plus faibles parmi les élèves entrés en CE1 en 2020, et émet l'hypothèse que ces moindres écarts pourraient s'expliquer par la réduction de la durée de scolarisation l'année de la pandémie de covid-19<sup>11</sup>. Ainsi, même si les phénomènes expliquant les écarts entre filles et garçons vis-à-vis des mathématiques ont certaines causes en dehors de l'école, la durée de scolarisation explique davantage ces écarts que la durée écoulée depuis la naissance des enfants, et donc la durée de socialisation hors de l'école.

\*

**Ces écarts de performance, sont expliqués par des mécanismes cognitifs individuels.** Les stéréotypes de genre sur le niveau des filles en mathématiques, une fois acquis, peuvent avoir un caractère autoréalisateur dans certains contextes. Ce caractère autoréalisateur peut reposer en particulier sur [Maloney, Schaeffer et Beilock (2013)] :

- ◆ les effets inconscients des stéréotypes sur les capacités cognitives pendant les situations de tests, parfois connus sous le nom de *menace du stéréotype* (2.2.4) ;
- ◆ l'anxiété vis-à-vis des mathématiques, qui présente un caractère conscient (2.2.5).

### 2.2.4. La menace du stéréotype explique une partie des moindres performances des filles, selon des mécanismes inconscients

**La menace du stéréotype constitue un premier phénomène autoréalisateur.** Ce terme fait référence au fait que les performances d'un individu sont affectées négativement lorsque cet individu est (i) confronté à une tâche difficile et (ii) sujet à un stéréotype selon lequel, du fait de son identité ou de ses caractéristiques, il serait moins susceptible de réussir à cette tâche. Ce phénomène intervient sans que le sujet en ait conscience.

---

<sup>11</sup> L'hypothèse a été présentée par la chercheuse lors d'une conférence au Collège de France, le 18 octobre 2024. Voir <https://youtu.be/UuE4yFzXvSA?t=1118> (à partir de 18:38).

## Annexe 4

Le phénomène, initialement mis en évidence par Steele et Aronson (1995) sur des stéréotypes visant les étudiants afro-américains aux États-Unis, a été mobilisé avec succès pour expliquer des sous-performances de femmes en mathématiques [Spencer, Steele et Quinn (1999)]. Les expériences en condition contrôlée consistent à comparer les performances respectives des hommes et des femmes entre une situation de contrôle dans laquelle le stéréotype est atténué (par exemple, en faisant croire aux sujets que leur performance en mathématiques n'est pas évaluée) et une situation test où celui-ci est présent ou renforcé.

Par exemple Huguet et Régner (2007) montrent que les performances respectives des filles et des garçons face à un test de mémorisation sont différentes selon que celui-ci est présenté comme étant un exercice de géométrie (stéréotype à l'encontre des filles) ou comme un exercice de dessin (absence de ce stéréotype). De même, Logel *et al.* (2009) montrent que des femmes ingénieures réalisent de moins bonnes performances à un test de mathématiques après avoir interagi avec des collègues masculins se comportant de manière « *dominante et sexuellement intéressée* ». En revanche, la même étude montre que ce résultat ne se produit pas pour un test d'anglais.

Le phénomène de menace du stéréotype se produit de façon inconsciente. Au contraire, Logel *et al.* (2009) établissent qu'après avoir été exposées au stéréotype, les femmes concernées expriment elles-mêmes des pensées moins stéréotypées. L'explication proposée réside dans le fait que, confronté au stéréotype, l'individu se trouve sous pression pour ne pas le confirmer<sup>12</sup>. Le cerveau consacre des ressources à inhiber le stéréotype, ce qui altère le fonctionnement de la mémoire de travail et donc la performance [Régner *et al.* (2010)]. Pour confirmer cette hypothèse, Krendl *et al.* (2008) ont montré, en utilisant l'imagerie par résonance magnétique, que dans les situations d'exposition stéréotypée, les zones du cerveau associées aux tâches mathématiques sont inhibées tandis qu'au contraire les zones associées aux compétences sociales et émotionnelles connaissent une hyper-activation. La menace du stéréotype présente donc des points communs avec l'anxiété en mathématiques, la différence principale étant son caractère inconscient [Maloney, Schaeffer et Beilock (2013)].

La contre-performance observée est liée à l'existence du stéréotype et peut être aggravée ou, au contraire, supprimée selon les conditions expérimentales. De manière spectaculaire, Aronson *et al.* (1999) montrent qu'il est possible de faire subir la menace du stéréotype à de jeunes hommes blancs, issus de milieux favorisés et ayant de bons résultats en mathématiques durant une épreuve de mathématiques, en leur faisant croire que leurs tests sont comparés à ceux d'étudiants asiatiques, réputés meilleurs en la matière. Pour le groupe de test, l'aggravation ou la suppression de la menace du stéréotype peut être réalisée en recourant à plusieurs stratégies [Liu *et al.* (2021)] : en jouant sur la croyance du sujet dans le stéréotype (exposer les sujets à une représentation stéréotypée ou, au contraire, à un contenu visant à déconstruire le stéréotype), sur la perception par le sujet du fait qu'il appartient au groupe victime du stéréotype (exposer les sujets à des interactions sexistes), ou faire prendre conscience au sujet de l'existence de la menace stéréotype et insister sur sa capacité à s'affranchir du stéréotype par le travail.

**L'effet de ce phénomène est généralement considéré comme plutôt faible, mais d'une intensité comparable aux différences de performance entre filles et garçons en mathématiques mesurées à l'école primaire et au collège (cf. encadré 2).** Les méta-études récentes identifient des tailles d'effets entre  $d = 0,18$  et  $d = 0,43$ . Ce phénomène peut donc expliquer tout ou partie des écarts de performance observés entre les filles et les garçons dans des situations d'évaluation.

---

<sup>12</sup> Mécanisme parfois présenté à travers une boutade : « *si un garçon échoue, c'est qu'il est nul en maths ; si une fille échoue, c'est que les filles sont nulles en maths* ».

**Encadré 2 : Débats académiques sur la réalité de la menace du stéréotype**

La pertinence de la théorie de la menace du stéréotype pour expliquer les écarts de performance entre femmes et hommes en mathématiques fait l'objet d'une controverse académique au long cours. À partir des années 2000, diverses études ont échoué à répliquer le phénomène. Par la suite, plusieurs méta-analyses ont conclu que les effets estimés par les publications fondatrices avaient probablement été surestimés, voire que certaines études étaient entachées de biais de publication [Flore et Wicherts (2015) ; Zigerell (2017)] et de biais méthodologiques. Certains auteurs ont récemment nié l'existence même du phénomène [Warne (2022)].

Néanmoins, d'autres méta-analyses récentes et postérieures à ces critiques persistent à identifier un réel effet à la menace du stéréotype : Doyle et Voyer (2016) identifient un effet  $d = 0,29$  ; Liu *et al.* (2021) de  $d = 0,44$  et Stoevenbelt *et al.* (2022) de  $d = 0,35$ . Seule la méta-étude de Flore et Wicherts (2015) se démarque avec une taille d'effet estimée de  $d = 0,18$ .

En outre, les arguments relatifs aux biais méthodologiques ont eux-mêmes reçu une contradiction [Oliver *et al.* (2023)]. La menace du stéréotype reste un sujet de recherche actif au début des années 2020, et de nombreux auteurs continuent à y faire référence. En revanche, la grande variabilité des résultats selon les études constitue un élément d'interrogation. Une explication plausible est que les expériences sur la menace du stéréotype reposent sur des protocoles très diversifiés, dans lesquels l'atténuation de la menace repose sur différentes manipulations elles-mêmes susceptibles d'être plus ou moins efficaces [Liu *et al.* (2021)]. En d'autres termes, même si l'effet de la menace du stéréotype était réel, certains types de protocoles peuvent ne pas suffisamment atténuer celle-ci dans les situations de contrôle pour permettre de détecter l'effet.

### 2.2.5. L'anxiété vis-à-vis des mathématiques affecte principalement les filles et altère leurs performances

**L'anxiété vis-à-vis des mathématiques constitue un second phénomène à travers lequel les stéréotypes peuvent présenter un effet autoréalisateur** [Hembree (1990)]. L'anxiété vis-à-vis des mathématiques est définie comme la réaction négative des individus placés dans des situations qui requièrent de résoudre des problèmes mathématiques, celle-ci pouvant aller d'une frustration mineure à des réactions d'angoisse extrêmes (crises d'angoisse, réactions psychosomatiques). Cette anxiété a un caractère conscient : les individus sont en mesure de parler de leur ressenti et de leurs réactions négatives. Ce faisant, le niveau d'anxiété est mesuré sur la base d'une autoévaluation *via* le test dit *mathematics anxiety rating scale* (MARS), conçu par F. C. Richardson et Suinn (1972).

L'anxiété vis-à-vis des mathématiques a des conséquences sur les résultats en mathématiques. Le mécanisme observé est probablement lié au parasitage de la mémoire de travail, c'est-à-dire du système cognitif de capacité limitée qui assure une fonction de stockage temporaire et de traitement de l'information [Ashcraft et Kirk (2001)] : en effet, en situation d'anxiété, le sujet ressent des sentiments négatifs, voire de rumination. L'anxiété vis-à-vis des mathématiques ne traduit donc pas un faible niveau des élèves qui conduirait à une peur de l'erreur, mais un mécanisme entravant la capacité du sujet à exprimer son potentiel face à un problème en mathématiques [Maloney, Schaeffer et Beilock (2013)]. En outre, cette anxiété est la cause d'un désinvestissement de la matière et entretient donc le faible niveau, puis l'anxiété elle-même.

**L'anxiété vis-à-vis des mathématiques concerne davantage les femmes que les hommes, ce qui est, en partie, expliqué par les stéréotypes au sujet des mathématiques.** Une majorité d'études observent, en utilisant le test *mathematics anxiety rating scare*, que les femmes sont davantage concernées par l'anxiété vis-à-vis des mathématiques que les hommes [Rubinsten, Bialik et Solar (2012)]. Plusieurs travaux de recherche récents montrent que l'adhésion à des stéréotypes de genre concernant les mathématiques affecte la confiance des filles en leurs capacités mathématiques et est donc la cause d'une plus grande anxiété vis-à-vis des mathématiques [Rossi *et al.* (2022) ; Justicia-Galiano *et al.* (2023)]. Au contraire, chez les hommes, l'adhésion aux stéréotypes de genre sur les mathématiques est corrélée au fait de davantage s'identifier comme capables de faire des mathématiques, ce qui module les effets de l'anxiété. Ainsi, l'anxiété vis-à-vis des mathématiques peut expliquer une partie des écarts genrés de performance dans cette discipline [Vos *et al.* (2023)].

### **3. Le système scolaire n'échappe pas aux biais de genre et contribue activement aux écarts entre filles et garçons en STEM, bien que les mécanismes exacts à l'œuvre ne soient pas tous précisément compris**

Les travaux menés par P. Martinot (2023) pour le conseil scientifique de l'Éducation nationale<sup>13</sup> et présentés en section 2.2.3 montrent qu'en France, la scolarisation joue un rôle crucial dans le développement des écarts entre filles et garçons en mathématiques, qui ne peut être expliqué exclusivement par les dynamiques à l'œuvre hors du système scolaire.

L'effet de la scolarisation sur les écarts peut être expliqué par plusieurs chaînes causales :

- ◆ les enseignants contribuent, par leurs pratiques ou par la transmission des représentations stéréotypées dont ils sont inconsciemment porteurs, aux différences de performance et de choix d'orientation des filles et des garçons (3.1) ;
- ◆ du fait de l'insuffisant accompagnement de la mixité dans le système scolaire, filles et garçons vivent leur scolarité de façon différente, en particulier en ce qui concerne l'enseignement des STEM (3.2) ;
- ◆ les professeurs constituent en eux-mêmes des rôles modèles, de sorte que le *sex ratio* du corps enseignant pourrait, à lui seul, avoir un impact sur les représentations des élèves (3.3).

#### **3.1. Les représentations stéréotypées véhiculées par les enseignants ont un effet sur la performance respective des filles et des garçons en mathématiques**

**Au sein de l'institution scolaire, les élèves sont confrontés à des enseignants qui peuvent être porteurs des mêmes stéréotypes que le monde extérieur à l'école.** L'école constitue donc un lieu d'apprentissage des stéréotypes véhiculés par les enseignants (3.1.1). En cohérence, le niveau d'adhésion par les enseignants à des stéréotypes de genre sont corrélés aux écarts genrés de niveau et d'orientation des élèves en STEM (3.1.2).

---

<sup>13</sup> Ces travaux ont été endossés par le conseil scientifique de l'Éducation nationale à travers la note *Qu'apprend-on des évaluations de CP-CE1 ? Note du CSEN*, n° 2021-03, septembre 2021.

### 3.1.1. Les perceptions des élèves sur eux-mêmes sont influencées par les représentations de leurs enseignants

**La vision que les enseignants ont de leurs élèves en mathématiques et les attentes qu'ils ont à leur égard sont affectés par le genre des élèves.** Des différences sont observées concernant l'évaluation des copies, l'interprétation de leurs résultats et l'estimation de leurs chances de succès.

Les enseignants ont tendance à évaluer différemment des copies pourtant équivalentes, plus ou moins bonnes, selon qu'elles sont attribuées à des garçons ou à des filles et ce même si les enseignants déclarent estimer que les deux sexes ont les mêmes capacités en mathématiques [Lafontaine et Monseur (2009)]. Les enseignants de mathématiques auraient ainsi tendance à surestimer les copies moyennes et bonnes des garçons, et sous-estiment les copies équivalentes attribuées à des filles ; à l'inverse, ils notent avec plus d'indulgence les copies faibles et très faibles des filles [Terrier (2014)].

Par ailleurs, des différences genrées de qualification des résultats des élèves sont révélées à travers les appréciations portées sur les copies ou les bulletins scolaires. Ainsi, les bons résultats des filles ont davantage tendance à être associés à leurs qualités comportementales, de travail et de rigueur alors que ceux des garçons sont, au contraire, davantage associés à leurs capacités intellectuelles, parfois présentées comme sous-exploitées. Des développements récents de Charousset et Monnet (2022) confirment ce constat en s'appuyant sur des outils d'analyse statistique par apprentissage automatique. Duru-Bellat (1994) constate un phénomène identique quant aux retours oraux faits par les professeurs aux élèves. Ces différences de traitement, lues à la lumière du stéréotype selon lequel les mathématiques supposent des qualités de « *génie* » ou de « *brillance* » (cf. 1.3), affectent la perception des élèves de leurs chances de succès en STEM dans le supérieur.

Jarlégan (1999) établit qu'à résultats scolaires égaux, la prédiction des enseignants de dernière année de primaire sur les chances de réussite des élèves en mathématiques en première année de collège est en moyenne moins optimiste quand il s'agit de filles que quand il s'agit de garçons. Ce phénomène est lié à la présence d'enseignants « différenciateurs » : ceux-ci, à la fois, activent dans leur pratique des représentations stéréotypées opposant les filles et les garçons et, à niveau scolaire comparable, expriment des jugements et des attentes différenciées envers leurs élèves en fonction de leur genre.

**De telles différences de perception et de valorisation par les enseignants favorisent le renforcement des stéréotypes de genre.** Ils peuvent, non seulement avoir un effet réalisateur, selon les effets « Pygmalion » et « Golem » [Rosenthal et Jacobson (2003)], mais surtout, avoir des conséquences non négligeables et non contrebalancées par une action positive au moment des choix d'orientation.

### 3.1.2. D'un point de vue quantitatif, des études concordantes montrent que les biais de genre des enseignants affectent la performance scolaire des filles

**Dans une étude abondamment citée, Carlana (2019) met en lumière un lien causal entre les stéréotypes de genre des enseignants en mathématiques d'une part et la réussite effective des filles et leurs choix d'orientation d'autre part.** Pour ce faire, l'autrice utilise un test de référence (test des associations implicites, parfois connu comme « test de Harvard ») pour objectiver dans quelle mesure les enseignants ont des conceptions stéréotypées. L'autrice observe que plus l'enseignant adhère à l'association entre mathématiques et masculin, plus les écarts de résultats en mathématiques entre filles et garçons parmi ses élèves sont forts et moins ses élèves sont susceptibles de choisir une orientation vers les mathématiques. Elle note que ce phénomène n'est pas répliqué dans les disciplines littéraires.

## Annexe 4

L'autrice relève par ailleurs que cet effet est partiellement médié par le biais d'appréciation par les élèves de leur propre niveau : autrement dit, le niveau d'adhésion de l'enseignant aux stéréotypes affecte le sentiment d'efficacité des élèves en mathématiques, qui lui-même affecte leurs performances et leurs aspirations d'orientation. Cette analyse est cohérente avec les travaux présentés en section 3.1.1. En revanche, ce biais n'explique pas la totalité du phénomène. Toujours selon l'autrice, l'effet sur la performance, résultant du fait d'être exposé à un enseignant adhérant à des stéréotypes de genre, pourrait également reposer sur la menace du stéréotype, ou encore sur des différences objectives de traitement entre les élèves.

Ce résultat, réalisé au moyen de données sur des classes en Italie, est cohérent avec les travaux d'Alan, Ertac et Mumcu (2018) portant sur des établissements américains, de Lavy et Sand (2018) portant sur Israël et de Rakshit et Sahoo (2023) sur des données indiennes. L'ensemble de ces analyses suggèrent un lien causal entre stéréotypes des enseignants et réussite des filles.

### **3.2. L'insuffisante prise en compte des enjeux d'égalité entre les filles et les garçons dans le fonctionnement de la classe altère les conditions de l'apprentissage des filles, en particulier dans les disciplines scientifiques**

En France, la loi n° 75-620 du 11 juillet 1975 relative à l'éducation, dite « loi Haby », et ses décrets d'application, ont généralisé à tous les degrés la mixité des sexes dans l'enseignement scolaire public. De ce fait, de 3 à 16 ans, les élèves reçoivent en principe un enseignement dans des classes mixtes et des établissements mixtes.

La mixité de l'enseignement conduit à ce que filles et garçons soient scolarisés dans les mêmes conditions théoriques – et notamment dans les mêmes locaux scolaires, avec les mêmes enseignants, les mêmes programmes et les mêmes examens. Au regard de l'histoire (*cf.* 1.5), la mixité de l'enseignement comporte donc de nombreux avantages pour une scolarité des filles égale à celle des garçons. La convergence des programmes constitue d'ailleurs une des causes probables de réduction des écarts de performance en mathématiques entre femmes et hommes mesurés dans la population générale [Hyde, Fennema et Lamon (1990) ; Lindberg *et al.* (2010) ; Perronnet *et al.* (2024) ; *cf.* 2.2.3].

Cependant, la mixité d'enseignement importe au cœur de la classe les interactions stéréotypées, voire sexistes de la société, étudiées notamment dans le prolongement des travaux de Mosconi (1989) et Duru-Bellat (1990). Ces dynamiques se retrouvent dans les interactions entre élèves d'une part (3.2.1), et dans les différences d'interactions que les professeurs ont avec les élèves des deux sexes en classe d'autre part (3.2.2). Il en résulte que des temps scolaires de non mixité peuvent conduire à de meilleures conditions d'apprentissage et à de meilleures performances pour les filles (3.2.3).

#### **3.2.1. Les interactions entre élèves dans le contexte de la classe mixte peuvent être défavorables aux filles, allant parfois jusqu'à entretenir des stéréotypes sexistes sur les STEM**

La mixité constitue un cadre dans lequel se cristallisent les rapports de genre entre élèves, qui sont emprunts de stéréotypes de genre. Ces rapports genrés se révèlent tout d'abord dans la gestion de la prise de parole. Collet (2015) observe que « *la prise de parole en classe prend la forme d'une compétition. Les filles ont un moindre accès à la parole en classe et n'apprennent pas à mettre en valeur leurs compétences. [...] Pour certains garçons, le but est d'être celui qui a la parole et non de répondre juste.* »

**Les réactions des élèves aux prises de parole des garçons et des filles participent à la construction d'un sentiment d'illégitimité pour ces dernières.** Une étude de Berton-Schmitt (2020) met en emphase que « *ces différences de volume et de modalité de prise de parole sont révélatrices d'un sentiment de légitimité et d'un rapport à l'erreur différencié chez les filles et les garçons* ». Ainsi, « *la mise en doute de la parole des filles est plus fréquente et davantage "sanctionnée" socialement dans la mesure où une prise de parole erronée fait craindre aux filles une pénalisation par les pairs (moqueries, railleries)*. » Dans ce contexte, dans certains cas, « *les interactions genrées à l'œuvre dans la salle de classe annihilent complètement les prises de parole des filles et affectent durablement leur sentiment de légitimité à être visibles et audibles dans la salle de classe* ». Les échanges qualitatifs de la mission avec des groupes de filles scolarisées de la troisième à la deuxième année de CPGE font ressortir des constats similaires.

**En outre, la mixité scolaire constitue un cadre dans lequel peuvent s'exprimer des remarques sexistes entre élèves.** Les interactions entre élèves conduisent ainsi à reproduire, au niveau de la classe, des mécaniques sexistes présentes dans l'ensemble de la société. Berton-Schmitt (2020) montrent qu'une partie de ces interactions sexistes portent spécifiquement sur le rapport des filles aux sciences. Selon les autrices, « *c'est d'abord le rapport au travail des filles et leur intelligence qui sont visés. Les filles sont moquées et dévalorisées pour leur organisation dans le travail qui n'est pas présenté comme une qualité, mais comme une preuve de leur moindre compétence*. » Ces constats sont cohérents avec les analyses quantitatives de Verniers et Martinot (2015).

D'une part, ces phénomènes altèrent la perception qu'ont les élèves de leur propre compétence, ce qui a des effets déterminants sur leurs décisions d'orientation et sur leur travail.

D'autre part, ils peuvent conduire à des effets de pairs biaisés en faveur des garçons, c'est-à-dire que les filles bénéficient moins de l'avantage mesuré que procure le fait d'être au contact d'élèves en réussite scolaire lorsque ceux-ci sont des garçons. De telles dynamiques sont par exemple analysées qualitativement par Berton-Schmitt (2020), et mises en évidence d'un point de vue quantitatif par Modena, Rettore et Tanzi (2022). Elles pourraient contribuer à expliquer une partie des différences dans le bénéfice que tirent les filles et les garçons d'un accès aux classes étoilées en CPGE qu'observent Bonneau et Dousset (2025).

### **3.2.2. Dans le contexte de la classe mixte, les professeurs valorisent en moyenne davantage la participation des garçons que celle des filles**

Les sociologues de l'éducation étudient la façon dont, en contexte de classe mixte, les gestes pédagogiques quotidiens sont différents vis-à-vis des filles et des garçons.

Ces chercheurs mettent en particulier en avant les différences genrées dans la répartition de la parole. Ainsi, Collet (2015) synthétise l'état des connaissances sur les différences de volumes d'interaction des filles et des garçons avec les enseignants : « *Non seulement les enseignants interrogent et parlent plus souvent aux garçons, mais ils passent aussi plus de temps à attendre leurs réponses ou à les aider. Les garçons entendent leur prénom plus que les filles. Enfin, lors de présentations, ils sont moins interrompus que les filles et font des présentations plus longues*. » En particulier, « *Duru-Bellat (1994) cite des études montrant que les filles entre 6 et 14 ans reçoivent 36 heures d'attention en mathématiques de moins que les garçons* ».

De même, s'agissant de la qualité des interactions, Collet (2015) synthétise : « *Les garçons reçoivent plus de feedback immédiat que les filles [...] et plus d'informations d'ordre pédagogique. Les enseignant-e-s leur adressent plus fréquemment qu'aux filles des questions ouvertes. [...] Spécifiquement [en mathématiques], les filles sont placées en position d'auxiliaires pédagogiques, en étant plus souvent sollicitées pour rappeler les savoirs déjà constitués alors que les garçons sont appelés à construire les savoirs nouveaux*. »

Ainsi, les stéréotypes des enseignants sur les rôles de genre et les qualités intellectuelles propres aux filles et aux garçons (idée que les garçons seraient davantage « brillants » mais « brouillons » alors que les filles devraient « travailler » et auraient moins de « talent inné ») se répercutent directement sur la façon dont sont encouragés les élèves et sur les occasions qui leur sont données pour progresser.

### 3.2.3. Au contraire, permettre aux filles de disposer de temps où elles sont majoritaires a des effets positifs sur leur apprentissage des sciences

Peu d'études permettent de mesurer les effets négatifs découlant des interactions genrées entre élèves. La recherche s'est ainsi principalement concentrée sur les différences entre établissements mixtes et établissements non mixtes, ou entre classes mixtes et classes non mixtes. Dans une méta-étude, Bréau, Lentillon-Kaestner et Hauw (2016) concluent que les résultats des évaluations sur les résultats des élèves sont hétérogènes voire contradictoires. Surtout, d'un point de vue méthodologique, la simple comparaison entre résultats des élèves ayant été scolarisés dans des établissements mixtes et non mixtes ne permet pas d'isoler les effets du sexisme *dans la dynamique de classe*.

**En revanche, un petit nombre d'études qualitatives montrent que le fait, pour les filles, de disposer d'espaces ponctuels où pratiquer une discipline stéréotypée masculine en étant majoritaires a un effet positif sur leur confiance et leur réussite.**

Ainsi, Dasgupta, Scircle et Hunsinger (2015) ont mesuré, dans une faculté d'ingénierie aux États-Unis où les filles représentent autour de 20 % d'une promotion, les performances lors de travaux en groupes de quatre selon que le groupe comptait une, deux ou trois filles. Les auteurs observent que :

- ◆ le fait d'être majoritaires conduit les filles à davantage prendre la parole ;
- ◆ les filles les plus empreintes de stéréotypes sur le fait que l'ingénierie est un domaine masculin sont moins confiantes dans leur réussite après avoir travaillé dans des groupes où elles étaient minoritaires, mais davantage en confiance lorsqu'elles étaient majoritaires ou à parité ;
- ◆ pour les étudiantes en première année seulement, les filles se sentent moins anxieuses dans les groupes où elles sont majoritaires.

Booth, Cardona-Sosa et Nolen (2018) ont pour leur part expérimenté, dans une faculté d'économie (discipline où les femmes sont également minoritaires) en Angleterre, l'effet sur la réussite des étudiantes d'une mesure consistant à recevoir une heure hebdomadaire de travaux dirigés d'économie en classe non mixte, les cours magistraux et les enseignements des autres disciplines restant, pour leur part, dispensés en environnement mixte. Les auteurs observent un effet important sur la performance scolaire des filles concernées par la mesure, non seulement dans la discipline concernée, mais aussi plus généralement sur l'ensemble des cours suivis. La moitié de cet effet environ s'observe par une modification du comportement des filles concernées, qui font preuve de davantage d'assiduité en cours et choisissent de suivre des cours optionnels. L'autre moitié est inexplicite par des variables observables ; elle pourrait être liée en particulier à un gain de confiance ou à une plus grande efficacité du travail pendant les heures de travaux dirigés.

**D'un point de vue qualitatif, les élèves identifient elles-mêmes les avantages que leur procure un cadre non mixte quant à la qualité de leur apprentissage.** Perronnet *et al.* (2024) identifient ainsi, sur la base d'une enquête auprès d'élèves ayant participé à un stage de mathématiques non mixte, que celles-ci « valorisent le confort et la sérénité que permet la non-mixité ». Ce type de stage a été développé dans plusieurs académies (« les cigales », « les cigognes », « les fourmis », etc.) avec des retours positifs de la part des organisateurs et des participantes, sans que cela ait été objectivement quantifié.

Les échanges entre la mission et des groupes de filles scolarisées au collège et au lycée général et technologique font également ressortir l'intérêt que trouveraient certaines filles à pouvoir ponctuellement travailler « *sans les garçons* », en particulier au collège.

### 3.3. Les rôles modèles que représentent les enseignants eux-mêmes, du fait de leur genre et de leur formation disciplinaire, pourrait également expliquer l'entretien des stéréotypes, notamment à l'école primaire

**Quelques articles mettent en avant le rôle que peuvent avoir les enseignants eux-mêmes comme modèles pour les élèves.**

Un premier constat repose sur le fait que la proportion de femmes et d'hommes parmi le corps professoral évolue en fonction du niveau d'études considéré. En France, les femmes représentent 85 % des professeurs des écoles, mais leur proportion diminue fortement au collège, au lycée puis dans le supérieur dans les STEM ; elles sont ainsi de l'ordre de 15 à 30 % seulement parmi les professeurs de l'enseignement supérieur selon les filières (cf. annexe 2). Cette situation pourrait contribuer à l'entretien d'un stéréotype associant les femmes au travail du *care* et de la petite enfance, mais non aux mathématiques de haut niveau.

Une partie des recherches se sont concentrées sur la spécificité des enseignants du primaire. Parmi eux, la forte surreprésentation des femmes est un constat commun à l'ensemble des pays développés.

Beilock *et al.* (2010) étudient ainsi les liens entre anxiété des institutrices et réussite scolaire des filles aux États-Unis. Leur étude, menée sur des élèves de deuxième année d'école primaire ayant une femme institutrice, montre une corrélation négative entre les résultats en mathématiques des filles en fin d'année et le niveau d'anxiété éprouvé par leur enseignante. En cohérence avec les travaux de Carlana (2019) et les autres études citées en section 3.1.2, cette corrélation est médiée par le niveau de stéréotype des élèves<sup>14</sup>. L'apport de cette étude réside dans le fait qu'**il suffit que l'institutrice éprouve de l'anxiété vis-à-vis des mathématiques pour que les élèves assimilent un stéréotype sur les femmes en mathématiques, lequel a, par la suite, des effets sur la performance des filles**. L'étude concerne cependant un faible nombre d'enseignantes et se concentre uniquement sur les cas d'anxiété.

En France, une étude prépubliée par Gurgand, Peyre et Ramus (2023) s'intéresse pour sa part au *parcours* des enseignantes. En s'appuyant sur les données de l'étude longitudinale française depuis l'enfance (ÉLFE), les auteurs :

- ◆ confirment que parmi les enfants ayant une femme pour professeure des écoles, les écarts genrés en faveur des garçons sont plus faibles lorsque celle-ci a suivi des études scientifiques ;
- ◆ montrent qu'au contraire, lorsque l'enseignant est un homme, les écarts genrés en faveur des garçons sont plus forts lorsqu'il a suivi un cursus scientifique. La différence selon le parcours apparaît beaucoup plus importante, mais le faible nombre d'enseignants concernés ne permet pas de conclure quant à la force de l'effet.

---

<sup>14</sup> Autrement dit, les élèves (filles et garçons) dont les enseignantes ressentent de l'anxiété vis-à-vis des mathématiques sont davantage susceptibles d'adhérer au stéréotype selon lequel les mathématiques sont une discipline masculine ; parmi les élèves adhérant à ce stéréotype, les filles réussissent moins bien que les garçons ; mais l'anxiété de l'enseignante n'a pas d'effet direct sur les écarts de performances entre filles et garçons lorsque la variable d'adhésion des élèves au stéréotype est neutralisée.

En pratique, en France, 70 % des professeurs des écoles sont des femmes qui n'ont pas suivi de cursus scientifique après le baccalauréat<sup>15</sup>. En outre, la communauté éducative s'accorde sur le fait que de nombreux professeurs des écoles ressentent un malaise vis-à-vis de l'enseignement des mathématiques : selon le rapport sur l'enseignement des mathématiques remis par Villani et Torrossian (2018), « *un tiers des professeurs des écoles déclare ne pas aimer enseigner les mathématiques* » et « *nombreux sont les professeurs des écoles qui se sentent fragiles, voire incompetents en mathématiques* ». Enfin, il est reconnu que les élèves s'identifient davantage aux professeurs du même sexe qu'eux (voir par exemple la revue de littérature réalisée par Roorda et Jak (2024), section 1.4).

**Dans ce contexte, une interprétation parfois proposée est que les professeures des écoles sont, malgré elles, des rôles modèles pour les jeunes filles qui sont en moyenne négatifs du point de vue de l'orientation vers les STEM :** ayant reçu en général un cursus peu scientifique et ayant souvent une faible appétence pour les mathématiques, les femmes professeures des écoles pourraient, de ce seul fait, véhiculer auprès de leurs élèves un stéréotype de genre opposant la féminité aux mathématiques. En revanche, à l'inverse, les hommes professeurs des écoles ayant reçu une formation principalement scientifique seraient davantage susceptibles d'adhérer à des stéréotypes de genre sur ces disciplines. Cette interprétation proposée à la mission par plusieurs interlocuteurs n'est cependant pas consensuelle ; de plus amples recherches sur cette question apparaissent donc nécessaires.

#### **4. Les processus de sélection et d'orientation à l'œuvre dans le système scolaire ne compensent pas les stéréotypes de genre, voire les phénomènes de censure sociale auxquelles les filles sont parfois exposées**

À la suite de la construction, dans le cadre scolaire et hors de celui-ci, de stéréotypes de genre, les filles qui pourraient envisager de suivre un parcours dans les STEM doivent affronter de nombreux obstacles, parfois qualifiés de « censure sociale » (4.1). Les processus d'orientation (4.1) et d'évaluation à des fins de sélection (4.3) ne compensent pas ces stéréotypes, voire parfois les aggravent.

##### **4.1. Les filles souhaitant se diriger vers les STEM font parfois l'objet d'une censure sociale à travers le caractère sexiste de l'environnement et des discriminations qu'elles peuvent subir**

Une fille qui, en dépit des stéréotypes de genre, aspirerait à s'orienter dans les STEM, reste confrontée à des obstacles. En effet, les environnements scolaires et professionnels en STEM, où les hommes sont majoritaires, laissent facilement place à des dynamiques sexistes qui altèrent les conditions d'étude et de travail des femmes (4.1.1). D'autre part, des discriminations objectives subsistent encore parfois aujourd'hui, en particulier dans l'accès aux emplois en STEM (4.1.2).

---

<sup>15</sup> Estimation réalisée sur la base de l'échantillon des professeurs des écoles ayant dans leur classe un élève de la cohorte ÉLFE au moins et des déclarations relatives au cursus collectées par Gurgand, Peyre et Ramus (2023).

**Ces analyses conduisent une partie des sociologues à rejeter le terme d'« autocensure », pour lui préférer celui de « censure sociale » des femmes se dirigeant vers les STEM.** Ainsi, Blanchard, Orange et Pierrel (2016) affirment que « *les filles se censurent parce qu'elles sont censurées* ». Pour Collet (2021), « *elles apprennent continuellement, de la maternelle à l'université, que leur place n'est pas dans les sciences et techniques ou dans les lieux de pouvoir. C'est sans surprise qu'elles finissent par développer des discours dits "d'autocensure" qui font simplement écho à la censure sociale dont elles sont continuellement victimes* ».

#### **4.1.1. Une partie de la recherche met en lumière le sexisme auquel sont confrontées les filles étudiant ou travaillant en STEM, ou souhaitant s'y orienter**

**Plusieurs auteurs font état de l'environnement sexiste dans lequel évoluent les filles et les femmes s'orientant vers les STEM :** Perronnet *et al.* (2024) concernant l'enseignement des mathématiques dans le secondaire, Berton-Schmitt (2020) au sujet de l'enseignement de l'informatique au même niveau, Blanchard, Orange et Pierrel (2016) s'agissant des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE), Sueur-Pontier (1980) s'agissant des grandes écoles et de la recherche en mathématiques, ou encore Marry (2004) pour les femmes épousant la carrière d'ingénieur.

Des écrits de ces auteurs, il ressort que les filles sont fréquemment confrontées, dans leurs interactions sociales autour de ces disciplines, à des propos sexistes de basse intensité présentés comme des « *blagues* », « *réflexions* » ou « *remarques* ». Sauf cas extrêmes, ces propos ne sont en général pas identifiés comme sexistes par les filles qui en sont victimes, mais ils les maintiennent dans une condition de femmes minoritaires parmi un groupe d'hommes, plutôt que d'étudiantes ou professionnelles comme les autres [Hall *et al.* (2019)].

Les auteurs relèvent des remarques spécifiques aux STEM, portant en particulier sur :

- ◆ l'illégitimité des filles à se diriger vers les domaines représentés comme masculins ;
- ◆ l'incompatibilité entre la féminité et la pratique des mathématiques, de l'informatique ou encore de la physique ;
- ◆ l'inutilité, pour les filles, d'un apprentissage des mathématiques ;
- ◆ le plus faible niveau allégué (*cf.* 1.4) des filles en STEM ;
- ◆ la moindre valeur de leurs travaux et apports.

Plusieurs facteurs favorisent l'apparition d'un tel sexisme :

- ◆ la faible représentation des femmes dans ces environnements d'études et environnements professionnels [Kanter (1993) ; Rinfret et Lortie-Lussier (1996) ; Lortie-Lussier et Rinfret (2002)] ;
- ◆ l'éthique dominante en mathématiques valorisant l'abstraction et la pureté de la recherche [Ernest (2021)], qui ferait obstacle à une prise de conscience des dynamiques sociales et rapports de pouvoir [Perronnet *et al.* (2024)].

Enfin, dans les CPGE et grandes écoles, plusieurs facteurs de risques de violences sexistes et sexuelles sont présents, en particulier l'existence d'une vie collective de promotion (week-ends d'intégration, bizutages, soirées étudiantes)<sup>16</sup>. Ces facteurs ne sont toutefois pas spécifiques aux STEM et sont également observés dans les CPGE et grandes écoles commerciales.

---

<sup>16</sup> À ce sujet, voir par exemple les travaux de l'association Observatoire des violences sexistes et sexuelles dans l'enseignement supérieur, en particulier le rapport *Baromètre 2023 des violences sexistes et sexuelles dans l'enseignement supérieur* (<https://observatoire-vss.com/notre-barometre-national-2023-prepublication>, consulté le 9 janvier 2025).

#### 4.1.2. Aujourd'hui encore, les jurys peuvent être à l'origine de discriminations lorsqu'ils ne sont pas sensibles aux enjeux d'égalité entre les femmes et les hommes

De telles discriminations subsistent toutefois aujourd'hui pour les femmes accédant aux professions scientifiques, en particulier dans le secteur académique.

**Ces discriminations ont été mises en évidence, dans un premier temps, aux États-Unis par des expériences consistant à demander par des jurys composés d'universitaires l'examen de faux dossiers de candidatures.** Ainsi, dans ces conditions contrôlées, Moss-Racusin *et al.* (2012) ont travaillé sur le recrutement d'un emploi de responsable de laboratoire, ouvert à des étudiants, assorti d'un programme de mentorat favorisant l'évolution vers des emplois d'enseignant-chercheur, le jury étant composé d'universitaires issus du champ de la biologie, de la physique et de la chimie.

À dossiers égaux, les fausses candidatures des filles sont évaluées comme moins bonnes que les fausses candidatures identiques des garçons : les filles sont jugées moins compétentes, les jurys sont moins prêts à les recruter et se montrent moins favorables à leur accorder l'accès au programme de mentorat. Le salaire d'emploi proposé est, en outre, moins élevé. Les auteurs relèvent, par ailleurs, que le biais en défaveur des femmes est corrélé au niveau d'adhésion des membres du jury à des stéréotypes de genre sur les sciences (mesuré par le test des associations implicites ou « test de Harvard »).

**En conditions réelles en France, Régner *et al.* (2019) mesurent quant à eux une corrélation entre le niveau d'adhésion des membres d'un comité de sélection à des stéréotypes de genre et la moindre propension de comités de sélection à promouvoir des femmes au poste de directrice de recherche.** Pour cette étude, les auteurs se fondent sur les données réelles de deux campagnes de promotion du CNRS. Ils procèdent, en outre, à une évaluation du niveau d'adhésion à ces stéréotypes par le test des associations implicites auquel les membres des comités ont accepté de participer. Les membres des comités sont enfin invités à répondre à un questionnaire sur leur adhésion à l'existence de biais de genre dans l'enseignement supérieur ou non. L'étude porte sur deux années consécutives : la première année durant laquelle les membres des comités ont connaissance de l'existence de l'étude (dont ils sont informés pour passer les tests et questionnaires), la deuxième année durant laquelle il ne leur a pas été rappelé qu'une telle étude était menée.

Les auteurs relèvent en particulier que :

- ◆ la corrélation est davantage marquée la première année, lorsque les jurys ont conscience du fait que leurs décisions sont observées dans le cadre d'une étude, que l'année suivante, durant laquelle cette information n'a pas été portée à nouveau à leur connaissance ;
- ◆ lorsque les jurys sont d'accord avec l'affirmation selon laquelle il subsiste des biais de genre dans la société, la corrélation n'est pas observée. Au contraire, la corrélation est observée parmi les jurys dont les membres sont d'accord avec l'affirmation selon laquelle il n'existe plus de biais de genre dans la société. Cette observation est cohérente avec d'autres études menées l'effet de la croyance selon laquelle il n'existe plus de biais de genre en contexte d'évaluation [Begeny *et al.* (2020)].

L'étude ne cherche pas, en revanche, à mesurer si ce phénomène est davantage présent dans les STEM.

#### 4.2. Le système scolaire ne favorise pas une prise de recul de la part des élèves ni de leurs familles sur les aspirations d'orientation genrées, voire peut aggraver les stéréotypes à l'œuvre

Les choix d'orientation des élèves interviennent à un âge où ceux-ci sont particulièrement sensibles aux effets des stéréotypes de genre. Pour les élèves, les principaux choix d'orientation interviennent entre les âges de 14 et 18 ans, c'est-à-dire au cours de l'adolescence, et sont mis au service de l'affirmation en tant qu'homme ou en tant que femme (cf. 2.1.1). Ils sont influencés par le regard des autres élèves ; en particulier, le fait pour les filles d'évoluer dans un environnement scolaire davantage féminin les pousse à davantage s'orienter vers les filières stéréotypées féminines [Brenøe et Zölitiz (2020)]. Les élèves tentent enfin souvent de s'adapter aux vues parentales en matière d'orientation [Li et Kerpelman (2007)], qui peuvent elles-mêmes être stéréotypées.

Or, le cadre scolaire n'est pas conçu pour favoriser la prise de recul des élèves et de leurs parents quant à leurs aspirations d'orientation, voire aggrave les stéréotypes. En France, la loi dispose depuis 2013 que les procédures d'orientation « favorisent la représentation équilibrée entre les femmes et les hommes parmi les filières de formation<sup>17</sup> ». Cependant, plusieurs sociologues [Vouillot (2010) ; Berton-Schmitt (2020)] observent que de façon générale, les enseignants, avant que leurs élèves formulent des vœux d'orientation, ne remettent pas en question les différents postulats que ceux-ci peuvent exprimer pour effectuer leurs choix d'orientation : aspirations personnelles, représentations des métiers, ou encore sentiment d'efficacité dans les disciplines. Ainsi, il ressort des échanges menés par la mission avec des enseignants et avec les associations de professionnels que le système d'orientation à la fin du collège, puis au cours du lycée, a pour vocation de favoriser la *liberté de choix* des élèves et qu'en conséquence, les professeurs ne se sentent pas légitimes pour remettre en cause les aspirations des élèves, fussent-elles en partie construites socialement.

Au-delà, l'institution scolaire pourrait aggraver les stéréotypes de genre au moment même de l'expression des vœux d'orientation. Berton-Schmitt (2020) documentent ainsi des cas d'enseignants concourant directement à conforter et renforcer les élèves dans leurs aspirations et représentations stéréotypées lors des discussions d'orientation. Bressoux, Lima et Rossignol (2018), pour leur part, ont montré sur une cohorte d'élèves d'une académie que les conseils de classe de fin de troisième avaient tendance à aggraver les écarts d'orientation des élèves vers la voie professionnelle selon leur origine sociale ; la mission n'a pas connaissance d'analyses quantitatives ayant répliqué ou au contraire infirmé un pareil constat concernant les écarts genrés d'orientation vers les STEM.

#### 4.3. Les pratiques de sélection qui interviennent dans le cadre des processus d'orientation comportent des biais de genre qui pourraient être remis en cause

Dans le cadre du processus d'orientation, les élèves traversent plusieurs étapes sélectives. Or, des effets genrés sont présents dans les modalités d'évaluation et de sélection (4.3.1), dont la pertinence peut pourtant parfois être remise en question (4.3.2). *A contrario*, l'école d'informatique de l'université Carnegie-Mellon (Pennsylvanie) est souvent citée comme exemple pour être parvenue à atteindre la parité parmi ses étudiants principalement en jouant sur les critères de sélection, sans baisse de niveau (cf. encadré 3).

---

<sup>17</sup> Article L. 331-7 du code de l'éducation dans sa rédaction issue de loi n° 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République.

**Encadré 3 : Le plan d'action pour la parité de l'école d'informatique de l'université Carnegie-Mellon**

Le rôle des prérequis dans les écarts de genre dans les études STEM peut être illustré par l'expérience menée par l'école d'informatique (*school of computer science* – SCS) de l'université Carnegie-Mellon. Margolis et Fisher (2003) ont étudié les effets du plan d'action réalisé par cette école pour accroître la proportion de filles parmi ses étudiants. Les équipes pédagogiques ont observé que parmi les critères d'admission, le fait d'avoir appris à programmer expliquait une part importante de l'écart entre filles et garçons admis.

Or, avoir appris un langage de programmation ne constituait pas un attendu du lycée, de sorte que ce critère écartait des élèves ayant de bons résultats scolaires, mais qui n'avaient pas eu le loisir d'apprendre la programmation en autodidactes. En particulier, celui-ci favorisait les lycéens « *geek* ». Constatant que l'apprentissage en autodidacte d'un langage de programmation ne constituait pas un acquis déterminant pour le succès dans les études, l'école a fait le choix d'ouvrir ses critères d'admission, de davantage valoriser les résultats scolaires en sciences et mathématiques et d'admettre des élèves ayant des centres d'intérêt initiaux plus éloignés de la « culture *geek* ». Le plan d'actions, incluant cette mesure, a permis une hausse de la part des filles parmi les élèves de 35 points (passage de 7 % à 42 %) en moins de dix ans, sans baisse identifiée du niveau des élèves en sortie.

**4.3.1. Les épreuves compétitives à forte pression évaluative, courantes en STEM, exacerbent la menace du stéréotype et l'anxiété et apparaissent, de ce fait, défavorables aux filles**

En France, les études à dominante STEM sélectives supposent le passage de concours et d'examens écrits. Ceux-ci reposent souvent sur un même format standardisé : les candidats, convoqués en salle d'examen, composent en temps limité sur un sujet consistant en un ou plusieurs problèmes à résoudre et doivent remettre une copie présentant, pour chaque question, leurs raisonnements et leurs résultats. Ces pratiques d'évaluation en mathématiques très normatives, sont héritées des collèges jésuites du XVII<sup>e</sup> siècle [Merle (2018)].

Sont valorisés, pour chaque question, l'obtention du bon résultat et la restitution correcte des arguments permettant d'y mener. Sur ces concours, les sujets ne sont généralement pas conçus pour pouvoir être terminés dans le temps imparti pour la majorité des élèves, favorisant une forme de performance *pure* plutôt qu'une maîtrise du programme [Ames et Archer (1988) ; Souchal et Toczek (2019)]. Le niveau d'initiative attendue de la part des étudiants et la distance à l'application directe du programme dépendent des concours considérés.

Certaines de ces épreuves induisent un haut niveau de pression : en particulier, à bac+2, les élèves issus de classes préparatoires aux grandes écoles passent des concours d'entrée travaillés pendant deux ans, tandis que les étudiants passés par des écoles à classe préparatoire intégrée passent des examens classants déterminants pour leurs filières d'études. Des épreuves similaires sont passées à bac+5 pour le recrutement des professeurs de l'enseignement secondaire (certificat d'aptitude à la pratique de l'enseignement secondaire – CAPES – et agrégations).

**Or, les épreuves sélectives conduisent à une sous-performance des filles par rapport aux garçons, par rapport à leurs dernières performances à des épreuves non-sélectives<sup>18</sup>.**

Gneezy, Niederle et Rustichini (2003) ont démontré un phénomène de sous-performance des femmes en contexte compétitif par rapport à leur niveau mesuré en environnement non-compétitif, en étudiant l'habileté à résoudre des problèmes à base de labyrinthes. Cai *et al.* (2019), quant à eux, montrent en travaillant sur les données d'un concours d'accès à l'enseignement supérieur chinois que le phénomène de sous-performance des filles est d'autant plus marqué que l'enjeu du concours est élevé.

En France, dans un article en préparation à la date de rédaction du présent rapport, Bonneau et Dousset (2025) observent un effet similaire pour les concours d'accès aux grandes écoles passés à bac+2. En s'intéressant à un sous-échantillon d'élèves pour lesquels toutes les données de scolarité sont connues, incluant les notes au cours de l'année de CPGE, les autrices observent que 23 % de l'écart entre filles et garçons dans la probabilité d'accès aux grandes écoles les plus sélectives n'est expliqué par aucune des variables disponibles. Cet écart résiduel, qualifié d'« *effet jour-J* », apparaît donc caractériser une réaction différente des filles et des garçons face aux concours en eux-mêmes.

Ces observations apparaissent compatibles avec la théorie de la menace du stéréotype qui existe, y compris parmi des élèves de très haut niveau [Spencer, Steele et Quinn (1999)]. En particulier, pour la majorité des concours, la diminution la plus forte de la part des filles est observée lors des épreuves écrites d'admissibilité, pour lesquelles la pression évaluative est maximale. Au contraire, les épreuves orales d'admission se prêtent davantage à une discussion entre le jury et le candidat permettant d'évaluer d'autres qualités (prise d'initiatives, capacités à les expliquer), dans un cadre où la pression évaluative peut être relâchée. Par ailleurs, les travaux de Madsen, McKagan et Sayre (2013), montrent qu'une anxiété accrue des femmes par rapport à leurs performances peut expliquer leurs moindres scores dans les tests de physique conceptualisés.

**Plusieurs facteurs apparaissent avoir un effet déterminant sur les écarts entre filles et garçons en lien avec la pression évaluative.** Ainsi, certaines études suggèrent que :

- ◆ la limitation de temps constituerait un élément de pression évaluative favorisant l'apparition de la menace du stéréotype [Spencer, Steele et Quinn (1999)] ;
- ◆ le choix d'épreuves de type questionnaire à choix multiples (QCM) aggraverait les écarts genrés. Cette aggravation de l'écart est expliquée par le fait que le QCM valorise la confiance des étudiants en leurs propres capacités et la capacité à ne pas succomber aux *distracteurs*, c'est-à-dire aux mauvaises réponses piègeuses proposées [Griselda (2024)] ;
- ◆ l'effet de solitude (*solo status effect*), c'est-à-dire l'observation par les femmes de leur condition minoritaire (dans les salles de passage ou les espaces d'attente) aurait des conséquences proches de celles de la menace du stéréotype sur les résultats des filles [Sekaquaptewa et Thompson (2003)]. Cet effet repose d'ailleurs sur des mécanismes similaires de mobilisation des capacités cognitives [Lord et Saenz (1985)]. Une explication plausible est que le seul fait de se savoir dans la situation minoritaire suffirait à activer la menace du stéréotype ;
- ◆ dans un contexte compétitif, le fait, pour les filles, de savoir qu'elles sont en compétition contre des garçons plutôt que contre d'autres filles diminuerait leur performance [Gneezy, Niederle et Rustichini (2003)].

---

<sup>18</sup> Ces constats n'entrent pas en contradiction avec des travaux faisant parfois apparaître une surnotation des filles en contexte scolaire [p. ex. Terrier (2014)]. En effet, ces travaux portent sur les situations d'évaluation continue des élèves par le professeur qui les suit sur l'année, contexte dans lequel la note peut être utilisée comme un outil de motivation. La situation est différente de celle d'une évaluation de copie de concours sélectif et anonyme.

## Annexe 4

En revanche, la mission n'a pas connaissance d'articles de recherche ayant comparé, toutes choses égales par ailleurs, les épreuves écrites de mathématiques, physique, informatique et ingénierie en temps limité à d'autres modalités d'évaluation envisageables, par exemple des épreuves orales fondées sur une discussion ou des évaluations sur la base d'un projet de recherche préparé sur le long cours. Il apparaît difficile d'évaluer rigoureusement les effets de ces différentes modalités d'évaluation.

### 4.3.2. Le type de compétences évaluées pour sélectionner les élèves peut être remis en question

Au-delà des effets causés par la menace du stéréotype, divers auteurs observent que les compétences valorisées dans les évaluations dépendent des représentations stéréotypées de ce qu'est un scientifique. Par exemple, Blanchard, Orange et Pierrel (2016) observent que la façon dont les CPGE scientifiques jugent l'excellence scolaire se base sur des caractéristiques qui seraient davantage surmontées par les garçons que par les filles (rythme de travail effréné, urgences à gérer, forte pression évaluative, etc.). Pour ces autrices, l'idée de « génie » des mathématiques y trouverait encore sa place, avec son corollaire de supériorité naturelle des garçons qui se manifesterait à travers une plus grande capacité d'abstraction, davantage d'« intuitions » ou d'une « curiosité naturelle », notamment en mathématiques. En cohérence, les corrections de copie valorisent rapidité et concision des réponses, critères pouvant s'opposer à ceux de qualité de rédaction et d'explicitation de l'argumentation mieux investis par les filles et qui deviennent alors préjudiciables.

**Pourtant, l'adéquation entre les compétences valorisées par ces formats et les débouchés des études n'est pas toujours claire.**

Dans un éditorial de la revue *Nature*, Miller et Stassun (2014) regrettent l'emploi d'un test standardisé, le *graduate record examination* (GRE) pour sélectionner automatiquement les étudiants à l'entrée de certaines universités américaines. En effet, les auteurs constatent que les résultats aux tests ne sont qu'un faible prédicteur de la réussite dans les études STEM (en particulier parce que le niveau d'exigence en mathématiques est faible et qu'il est possible de « bachoter »), mais qu'ils sont significativement mieux réussis par les garçons et les élèves blancs. Ainsi, selon les auteurs, « *le GRE est un meilleur indicateur du sexe et de la couleur de peau que des capacités et de la réussite finale* » dans les domaines STEM.

## Annexe 4

En France, Dousset et Thebault (2025), dans un travail en cours à la date de rédaction du présent rapport, se sont intéressées aux écarts de genre dans le concours d'entrée à l'École normale supérieure entre 1986 et 2000. L'écrit d'entrée au département de mathématiques de l'école comporte deux épreuves, dites « mathématiques 1 » et « mathématiques 2 ». L'épreuve de mathématiques 1 comporte une pression évaluative plus forte (coefficient plus élevé, durée plus longue — il s'agit de la seule épreuve de six heures parmi les concours de recrutement dans les grandes écoles scientifiques). L'écart de réussite défavorable aux filles est plus marqué pour cette épreuve que pour l'épreuve de mathématiques 2 (davantage comparable aux épreuves de mathématiques des autres grandes écoles), et affecte considérablement la proportion de filles admissibles<sup>19</sup>. Ce format d'épreuve particulier est justifié par ses promoteurs par le fait qu'il serait plus à même de valoriser les futurs chercheurs ; pourtant, les autrices ne trouvent quasiment aucune corrélation entre le résultat à cette épreuve et la probabilité de poursuivre une carrière académique.

Enfin, la question de la pertinence des attendus utilisés pour sélectionner et de ses interactions avec la variable du genre n'est pas spécifique aux élèves. Elle se pose également, dans des termes similaires, à l'évaluation des universitaires (cf. encadré 4).

### Encadré 4 : Les limites des attendus pour l'évaluation des universitaires

Abramo, Aksnes et D'Angelo (2021) discutent les aspects genrés des critères de mesure de la performance académique, couramment utilisés pour l'évaluation des candidatures. Par exemple, les évaluations fondées sur des mesures quantitatives de bibliométrie (nombre de publications et impact d'icelles) sont plus favorables aux femmes que les évaluations purement qualitatives [Thelwall et al. (2023)], ce qui pourrait s'expliquer par les biais de genre des évaluateurs. Parmi ces différentes mesures bibliométriques toutefois, certaines apparaissent en pratique plus ou moins favorables aux femmes : ainsi, les hommes apparaissent plus performants pour les mesures qui ne pondèrent pas le nombre de publications par leur impact ou qui ne retirent pas les autocitations. L'usage de la bibliométrie reste toutefois critiqué car, lorsqu'elle est utilisée, il est trop facile pour les universitaires d'ajuster leurs stratégies de publication afin d'optimiser des indicateurs quantitatifs.

Par ailleurs, les mêmes auteurs relèvent que les évaluations de la performance des chercheurs et chercheuses ne tiennent en général pas compte des moyens matériels mis à leur disposition, ni surtout du temps effectivement consacré à la recherche (par rapport aux charges d'enseignement et charges administratives), ce qui contribue à l'ancrage des écarts ou « effet Matthieu » (les chercheurs les plus performants bénéficient de davantage de moyens et peuvent obtenir des décharges d'enseignement). En outre, ces critères de performance tiennent rarement compte des interruptions de carrière, en particulier pour cause de maternité.

---

<sup>19</sup> Selon les autrices, pour six des quatorze années étudiées, supprimer l'épreuve de mathématiques 1 et augmenter le coefficient de l'épreuves de mathématiques 2 en compensation pour conserver le même poids des mathématiques dans le recrutement aurait fait plus que doubler la proportion de filles admissibles.

## **Conclusion : les mécanismes expliquant le moindre accès des femmes aux STEM sont autoentretenus, mais de nombreuses actions apparaissent envisageables**

**La présente revue de littérature permet d'identifier de nombreux mécanismes susceptibles d'expliquer, au moins partiellement, les écarts genrés dans les STEM.** À l'échelle individuelle, les aspirations des filles vers les STEM et leurs performances sont biaisées sous l'effet des stéréotypes de genre, selon des mécanismes relativement bien étudiés. À l'échelle collective, en revanche les inégalités observées se reproduisent selon des chaînes causales complexes et qui ne sont pas encore bien comprises.

Ainsi, le fait que les environnements d'études et de travail dans les STEM soient majoritairement masculins a un effet sur l'image des disciplines, sur la tolérance pour les interactions sexistes, sur la conception des programmes, sur les modalités d'évaluation ou encore sur les compétences valorisées. La sous-représentation des femmes, à un moment donné, entretient des représentations culturelles des STEM qui sont elles-mêmes transmises à la jeunesse. Les professeurs peuvent également être porteurs de stéréotypes parfois inconscients transmis aux élèves. Ces stéréotypes ne sont pas sans conséquences sur leurs pratiques pédagogiques, qui peuvent elles-mêmes être parfois biaisées en faveur des garçons. Ces mécanismes sont autoentretenus entre cohortes d'élèves et entre générations.

**Néanmoins, les différents mécanismes à l'œuvre permettent d'entrevoir des mesures correctives.** Les neuromythes selon lesquels les femmes seraient intrinsèquement moins douées que les hommes en mathématiques (1.4) peuvent être déconstruits au moyen d'actions de formation ciblées. La culture masculine dominante parmi les professionnels des STEM et dans les écoles offrant ces formations (1.3) peut être transformée par des actions volontaristes à l'échelle locale : aménagement des lieux, valorisation des pratiques coopératives, conception de cursus attractifs pour les filles. Le sexisme ordinaire auquel font face les femmes dans ces milieux (3.2.2, 4.1.1) doit faire l'objet d'une tolérance zéro, sur le modèle des actions menées contre le racisme.

Le contexte scolaire contribue à la formation des écarts (2.2.3) et doit également faire l'objet d'interventions spécifiques. Une formation des enseignants, par exemple sur la base d'observations croisées, peut constituer une façon efficace de les aider à prendre conscience des stéréotypes de genre propagés en classe (3.1, 3.2). Ceux-ci doivent être accompagnés dans leurs pratiques pédagogiques afin de rendre les STEM davantage inclusives pour les filles (1.3), et des actions en non mixité peuvent être envisagées ponctuellement (3.2.3). L'affectation des enseignants dans les classes peut être pensée à l'aune des stéréotypes susceptibles d'être véhiculés (3.3).

Enfin, un volet d'actions tout particulier doit porter sur les processus d'orientation en eux-mêmes. Une politique d'orientation plus active, destinée à déconstruire les stéréotypes de genre des élèves et de leurs familles au moment de la formation des vœux apparaît indispensable (4.2). En outre, les modalités de sélection devraient davantage tenir compte de la variable du genre, qui est aujourd'hui souvent un impensé quant aux attendus des cursus et aux modalités d'évaluation (4.3).

Aucune de ces actions ne peut, à elle seule, constituer une solution immédiate aux biais de genre dans les STEM. Le caractère systémique, construit et autoentretenu rend difficile de modifier les dynamiques à l'œuvre et nécessite une action systématique à tous les niveaux, portée sur une longue durée, voire des mesures expresses en faveur des femmes dans les STEM.

## Bibliographie

- Abramo, Giovanni, Dag W. Aksnes et Ciriaco Andrea D'Angelo. 2021. « Gender differences in research performance within and between countries: Italy vs Norway ». *Journal of Informetrics* 15(2): 101144. doi:10.1016/j.joi.2021.101144.
- Aelenei, Cristina, Delphine Martinot, Alyson Sicard et Céline Darnon. 2019. « When an academic culture based on self-enhancement values undermines female students' sense of belonging, self-efficacy, and academic choices ». *The Journal of Social Psychology* 160(3): 373-89. doi:10.1080/00224545.2019.1675576.
- Alan, Sule, Seda Ertac et Ipek Mumcu. 2018. « Gender Stereotypes in the Classroom and Effects on Achievement ». *The Review of Economics and Statistics* 100(5): 876-90. doi:10.1162/rest\_a\_00756.
- Ames, Carole et Jennifer Archer. 1988. « Achievement Goals in the Classroom: Students' Learning Strategies and Motivation Processes ». *J. Educ. Psychol.* 80(3): 260-67. doi:10.1037/0022-0663.80.3.260.
- Archer, Louise, Jennifer DeWitt, Jonathan Osborne, Justin Dillon, Beatrice Willis et Billy Wong. 2010. « “Doing” Science versus “Being” a Scientist: Examining 10/11-Year-Old Schoolchildren's Constructions of Science through the Lens of Identity ». *Science Education* 94(4): 617-39. doi:10.1002/sce.20399.
- Archer, Louise, Jennifer DeWitt, Jonathan Osborne, Justin Dillon, Beatrice Willis et Billy Wong. 2012. « “Balancing Acts”: Elementary School Girls' Negotiations of Femininity, Achievement, and Science ». *Science Education* 96(6): 967-89. doi:10.1002/sce.21031.
- Arens, A. Katrin, Anne C. Frenzel et Thomas Goetz. 2022. « Self-Concept and Self-Efficacy in Math: Longitudinal Interrelations and Reciprocal Linkages with Achievement ». *The Journal of Experimental Education* 90: 615-33. doi:10.1080/00220973.2020.1786347.
- Aronson, Joshua, Michael J. Lustina, Catherine Good, Kelli Keough, Claude M. Steele et Joseph Brown. 1999. « When White Men Can't Do Math: Necessary and Sufficient Factors in Stereotype Threat ». *Journal of Experimental Social Psychology* 35(1): 29-46. doi:10.1006/jesp.1998.1371.
- Ashcraft, Mark H. et Elizabeth P. Kirk. 2001. « The relationships among working memory, math anxiety, and performance ». *Journal of Experimental Psychology: General* 130(2): 224-37. doi:10.1037/0096-3445.130.2.224.
- Balducci, Marco, Marie-Pier Larose, Gijsbert Stoet et David C. Geary. 2024. « The Gender-Equality Paradox in Intraindividual Academic Strengths: A Cross-Temporal Analysis ». *Psychological Science* 35(11): 1246-59. doi:10.1177/09567976241271330.
- Barbin, Évelyne. 2014. « L'enseignement des mathématiques aux jeunes filles et les stéréotypes de genre (1880-1960) ». *Repères-IREM* (97): 67-89.
- Begeny, C. T., M. K. Ryan, C. A. Moss-Racusin et G. Ravetz. 2020. « In some professions, women have become well represented, yet gender bias persists—Perpetuated by those who think it is not happening ». *Science Advances* 6(26): eaba7814. doi:10.1126/sciadv.aba7814.

#### Annexe 4

- Beilock, Sian L., Elizabeth A. Gunderson, Gerardo Ramirez et Susan C. Levine. 2010. « Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(5): 1860-63. doi:10.1073/pnas.0910967107.
- Benbow, Camilla Persson et Julian C. Stanley. 1982. « Consequences in High School and College of Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability: A Longitudinal Perspective ». *American Educational Research Journal* 19(4): 598-622. doi:10.3102/00028312019004598.
- Berton-Schmitt, Amandine. 2020. *Faire des manuels scolaires des outils de l'égalité femmes-hommes*. Centre Hubertine-Auclert. Guide pratique. <https://www.centre-hubertine-auclert.fr/egalitheque/publication/guide-pratique-faire-des-manuels-scolaires-des-outils-de-egalite-femmes>.
- Beyer, Sylvia et Edward M. Bowden. 1997. « Gender Differences in Self-Perceptions: Convergent Evidence from Three Measures of Accuracy and Bias ». *Personality and Social Psychology Bulletin* 23(2): 157-72. doi:10.1177/0146167297232005.
- Bian, Lin, Sarah-Jane Leslie et Andrei Cimpian. 2017. « Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests ». *Science* 355(6323): 389-91. doi:10.1126/science.aah6524.
- Blanchard, Marianne, Sophie Orange et Arnaud Pierrel. 2016. *Filles + sciences = une équation insoluble ?* Éditions rue d'Ulm. isbn:978-2-7288-2902-6.
- Bonneau, Cécile et Léa Douset. 2025. « Gender Gap in High-Stakes Exams: What Role for Exam Preparation? » *En préparation*. [https://leadouset.github.io/professional\\_website/Bonneau\\_Douset\\_2025.pdf](https://leadouset.github.io/professional_website/Bonneau_Douset_2025.pdf) (4 février 2025).
- Booth, Alison L., Lina Cardona-Sosa et Patrick Nolen. 2018. « Do single-sex classes affect academic achievement? An experiment in a coeducational university ». *Journal of Public Economics* 168: 109-26. doi:10.1016/j.jpubeco.2018.08.016.
- Borra, Cristina, Maria Iacovou et Almudena Sevilla. 2023. « Adolescent development and the math gender gap ». *European Economic Review* 158: 104542. doi:10.1016/j.euroecorev.2023.104542.
- Bréau, Antoine, Vanessa Lentillon-Kaestner et Denis Hauw. 2016. « Le retour de la non-mixité à l'école. État des recherches, maintien des tabous et « doing gender » ». *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation* (194): 109-38. doi:10.4000/rfp.4983.
- Breda, Thomas, Julien Grenet, Marion Monet et Clémentine van Effenterre. 2018. « Les filles et les garçons face aux sciences : les enseignements d'une enquête dans les lycées franciliens ». *Education & Formations* 2(97): 5-29. doi:10.48464/halshs-02135983.
- Breda, Thomas, Elyès Jouini, Clotilde Napp et Georgia Thebault. 2020. « Gender stereotypes can explain the gender-equality paradox ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(49): 31063-69. doi:10.1073/pnas.2008704117.
- Breda, Thomas, Joyce Sultan Parraud et Lola Touitou. 2024. « Le décrochage des filles en mathématiques dès le CP : une dynamique diffuse dans la société ». *Note de l'institut des politiques publiques* (101). <https://www.ipp.eu/publication/le-decrochage-des-filles-en-mathematiques-des-le-cp-une-dynamique-diffuse-dans-la-societe/>.

#### Annexe 4

- Brenøe, Anne Ardila et Ulf Zölitz. 2020. « Exposure to More Female Peers Widens the Gender Gap in STEM Participation ». *Journal of Labor Economics* 38(4): 1009-54. doi:10.1086/706646.
- Bressoux, Pascal, Laurent Lima et Laurent Rossignol. 2018. *L'orientation en fin de 3e : déterminants individuels et contextuels*. Conseil national d'évaluation du système scolaire. <https://shs.hal.science/halshs-01957944> (10 janvier 2025).
- Cai, Xiqian, Yi Lu, Jessica Pan et Songfa Zhong. 2019. « Gender Gap under Pressure: Evidence from China's National College Entrance Examination ». *The Review of Economics and Statistics* 101(2): 249-63. doi:10.1162/rest\_a\_00749.
- Carlana, Michela. 2019. « Implicit Stereotypes: Evidence from Teachers' Gender Bias ». *The Quarterly Journal of Economics* 134(3): 1163-1224. doi:10.1093/qje/qjz008.
- Ceci, Stephen J. et Wendy M. Williams. 2010. « Sex Differences in Math-Intensive Fields ». *Current Directions in Psychological Science* 19(5): 275-79. doi:10.1177/0963721410383241.
- Charousset, Pauline et Marion Monnet. 2022. « Gendered Teacher Feedback, Students' Math Performance and Enrollment Outcomes: A Text Mining Approach ». : 70 p. <https://shs.hal.science/halshs-03733956> (29 novembre 2024).
- Cheryan, Sapna, Sianna A. Ziegler, Amanda K. Montoya et Lily Jiang. 2017. « Why are some STEM fields more gender balanced than others? ». *Psychological Bulletin* 143(1): 1-35. doi:10.1037/bul0000052.
- Cohen, Jacob. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second Edition. Lawrence Erlbaum Associates. isbn:978-0-8058-0283-2.
- Collet, Isabelle. 2004. « La disparition des filles dans les études d'informatique : les conséquences d'un changement de représentation ». *Carrefours de l'éducation* 17(1): 42-56. doi:10.3917/cdle.017.0042.
- Collet, Isabelle. 2015. « Faire vite et surtout le faire savoir. Les interactions verbales en classe sous l'influence du genre ». *Revue internationale d'ethnographie* (4): 6-22.
- Collet, Isabelle. 2021. « Après 40 ans de politiques « égalité » en éducation, avons-nous enfin abouti à la convention ultime ? ». *Mouvements* 107(3): 84-94. doi:10.3917/mouv.107.0084.
- Croft, Alyssa, Toni Schmader et Katharina Block. 2015. « An Underexamined Inequality: Cultural and Psychological Barriers to Men's Engagement With Communal Roles ». *Personality and Social Psychology Review* 19(4): 343-70. doi:10.1177/1088868314564789.
- Dangoisse, Florence et Frédéric Nils. 2019. « Évaluation de la perception des pratiques vocationnelles parentales et adaptabilité de carrière des adolescents ». *Orientation scolaire et professionnelle* 48(3): 321-51. doi:<https://doi.org/10.4000/osp.11166>.
- Dasgupta, Nilanjana, Melissa McManus Scircle et Matthew Hunsinger. 2015. « Female Peers in Small Work Groups Enhance Women's Motivation, Verbal Participation, and Career Aspirations in Engineering ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112(16): 4988-93. doi:10.1073/pnas.1422822112.

#### Annexe 4

- Diekman, Amanda B., Elizabeth R. Brown, Amanda M. Johnston et Emily K. Clark. 2010. « Seeking Congruity Between Goals and Roles: A New Look at Why Women Opt Out of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Careers ». *Psychological Science* 21(8): 1051-57. doi:10.1177/0956797610377342.
- Diekman, Amanda B., Emily K. Clark, Amanda M. Johnston, Elizabeth R. Brown et Mia Steinberg. 2011. « Malleability in communal goals and beliefs influences attraction to stem careers: Evidence for a goal congruity perspective. » *Journal of Personality and Social Psychology* 101(5): 902-18. doi:10.1037/a0025199.
- Dotson, Daniel. 2006. « Portrayal of Mathematicians in Fictional Works ». *CLCWeb: Comparative Literature and Culture* 8(4). doi:10.7771/1481-4374.1324.
- Dousset, Léa et Georgia Thebault. 2025. « The End of a Gender Quota in Elite Higher Education ». *En préparation*.  
[https://leadousset.github.io/professional\\_website/Dousset\\_Thebault\\_2025.pdf](https://leadousset.github.io/professional_website/Dousset_Thebault_2025.pdf) (4 février 2024).
- Doyle, Randi A. et Daniel Voyer. 2016. « Stereotype manipulation effects on math and spatial test performance: A meta-analysis ». *Learning and Individual Differences* 47: 103-16. doi:10.1016/j.lindif.2015.12.018.
- Duru-Bellat, Marie. 1990. *L'école des filles : quelle formation pour quels rôles sociaux?* Paris: l'Harmattan. isbn:978-2-7384-0756-6.
- Duru-Bellat, Marie. 1994. « Filles et garçons à l'école, approches sociologiques et psychosociales ». *Revue française de pédagogie* 109(1): 111-41. doi:10.3406/rfp.1994.1250.
- Eccles, Jacquelynne Sue. 1983. « Expectancies, values and academic behaviors ». In *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches*, Series of books in psychology, San Francisco: W.H. Freeman, 75-146. isbn:978-0-7167-1396-8.
- Ellemers, Naomi. 2018. « Gender Stereotypes ». *Annual Review of Psychology* 69(Volume 69, 2018): 275-98. doi:10.1146/annurev-psych-122216-011719.
- Ernest, Paul. 2021. « Mathematics, ethics and purism: an application of MacIntyre's virtue theory ». *Synthese* 199(1): 3137-67. doi:10.1007/s11229-020-02928-1.
- Eteve, Yann, Marguerite Garnerio et Vincent Paillet. 2025. « Évolution des écarts de performances entre filles et garçons en mathématiques, au fil du temps et de la scolarité ». *Note d'information de la DEPP*. <https://www.education.gouv.fr/evolution-des-ecarts-de-performances-entre-filles-et-garcons-en-mathematiques-au-fil-du-temps-et-de-416485> (4 février 2025).
- Evans, Claire Lisa. 2018. *Broad band: the untold story of the women who made the Internet*. New York, New York: Portfolio/ Penguin. isbn:978-0-7352-1175-9.
- Ferrand, Michèle. 2004. « La mixité à dominance masculine : l'exemple des filières scientifiques de l'École normale supérieure d'Ulm-Sèvres ». In *La mixité dans l'éducation : Enjeux passés et présents*, Sociétés, Espaces, Temps, éd. Rebecca Rogers. Lyon: ENS Éditions, 181-93. doi:10.4000/books.enseditions.1816.

#### Annexe 4

- Flore, Paulette C. et Jelte M. Wicherts. 2015. « Does Stereotype Threat Influence Performance of Girls in Stereotyped Domains? A Meta-Analysis ». *Journal of School Psychology* 53(1): 25-44. doi:10.1016/j.jsp.2014.10.002.
- Fouad, Nadya, Mary Fitzpatrick et Jane P. Liu. 2011. « Persistence of Women in Engineering Careers: A Qualitative Study of Current and Former Female Engineers ». *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering* 17(1). doi:10.1615/JWomenMinorScienEng.v17.i1.60.
- Francis, Becky, Louise Archer, Julie Moote, Jen DeWitt, Emily MacLeod et Lucy Yeomans. 2017. « The Construction of Physics as a Quintessentially Masculine Subject: Young People's Perceptions of Gender Issues in Access to Physics ». *Sex Roles* 76(3): 156-74. doi:10.1007/s11199-016-0669-z.
- Gauvrit, Nicolas et Franck Ramus. 2014. « Féminin / Masculin : la « méthode Vidal » ». *Science et pseudo-sciences* (309): 21-29.
- Gneezy, Uri, Muriel Niederle et Aldo Rustichini. 2003. « Performance in Competitive Environments: Gender Differences ». *The Quarterly Journal of Economics* 118(3): 1049-74. doi:10.1162/00335530360698496.
- Good, Catherine, Aneeta Rattan et Carol S. Dweck. 2012. « Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. » *Journal of Personality and Social Psychology* 102(4): 700-717. doi:10.1037/a0026659.
- Griselda, Silvia. 2024. « Gender gap in standardized tests: What are we measuring? » *Journal of Economic Behavior & Organization* 221: 191-229. doi:10.1016/j.jebo.2024.03.010.
- Gurgand, Lilas, Hugo Peyre et Franck Ramus. 2023. « Teachers' Gender and Disciplinary Background Contribute to Early Sex Differences in Mathematics ». doi:10.31234/osf.io/qe42z.
- Hall, William, Toni Schmader, Audrey Aday et Elizabeth Croft. 2019. « Decoding the Dynamics of Social Identity Threat in the Workplace: A Within-Person Analysis of Women's and Men's Interactions in STEM ». *Social Psychological and Personality Science* 10(4): 542-52. doi:10.1177/1948550618772582.
- Halpern, Diane F., Camilla P. Benbow, David C. Geary, Ruben C. Gur, Janet Shibley Hyde et Morton Ann Gernsbacher. 2007. « The Science of Sex Differences in Science and Mathematics ». *Psychological Science in the Public Interest: A Journal of the American Psychological Society* 8(1): 1-51. doi:10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x.
- Hembree, Ray. 1990. « The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety ». *Journal for Research in Mathematics Education* 21(1): 33-46. doi:10.2307/749455.
- Hinshaw, Stephen P. et Rachel Kranz. 2009. *The Triple Bind: Saving Our Teenage Girls from Today's Pressures and Conflicting Expectations*. Random House Publishing Group. isbn:978-0-345-50400-5.
- Hoffman, Curt et Nancy Hurst. 1990. « Gender stereotypes: Perception or rationalization? » *Journal of Personality and Social Psychology* 58(2): 197-208. doi:10.1037/0022-3514.58.2.197.

#### Annexe 4

- Huguet, Pascal et Isabelle Régner. 2007. « Stereotype threat among schoolgirls in quasi-ordinary classroom circumstances ». *Journal of Educational Psychology* 99(3): 545-60. doi:10.1037/0022-0663.99.3.545.
- Hyde, Janet S. 2016. « Sex and cognition: gender and cognitive functions ». *Current Opinion in Neurobiology* 38: 53-56. doi:10.1016/j.conb.2016.02.007.
- Hyde, Janet S., E. Fennema et S. J. Lamon. 1990. « Gender Differences in Mathematics Performance: A Meta-Analysis ». *Psychological Bulletin* 107(2): 139-55. doi:10.1037/0033-2909.107.2.139.
- Jarlégan, Annette. 1999. « La fabrication des différences : sexe et mathématiques à l'école élémentaire ». PhD Thesis. <http://www.theses.fr/1999DIJOL007>.
- Justicia-Galiano, M. José, M. Eva Martín-Puga, Rocío Linares et Santiago Pelegrina. 2023. « Gender stereotypes about math anxiety: Ability and emotional components ». *Learning and Individual Differences* 105: 102316. doi:10.1016/j.lindif.2023.102316.
- Kanter, Rosabeth Moss. 1993. *Men and Women of the Corporation: A New Edition*. Basic Books. isbn:978-0-465-04454-2.
- Kray, Laura J., Laura Howland, Alexandra G. Russell et Lauren M. Jackman. 2017. « The effects of implicit gender role theories on gender system justification: Fixed beliefs strengthen masculinity to preserve the status quo ». *Journal of Personality and Social Psychology* 112(1): 98-115. doi:10.1037/pspp0000124.
- Krendl, Anne C., Jennifer A. Richeson, William M. Kelley et Todd F. Heatherton. 2008. « The Negative Consequences of Threat: A Functional Magnetic Resonance Imaging Investigation of the Neural Mechanisms Underlying Women's Underperformance in Math ». *Psychological Science* 19(2): 168-75. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02063.x.
- Lafontaine, Christian et Dominique Monseur. 2009. « Les évaluations des performances en mathématiques sont-elles influencées par le sexe de l'élève ? » *Mesure et évaluation en éducation* 32(2): 71-98. doi:10.7202/1024955ar.
- Lakens, Daniël. 2013. « Calculating and Reporting Effect Sizes to Facilitate Cumulative Science: A Practical Primer for t-Tests and ANOVAs. » *Frontiers in psychology* 4: 863. doi:10.3389/fpsyg.2013.00863.
- Lavy, Victor et Edith Sand. 2018. « On the origins of gender gaps in human capital: Short- and long-term consequences of teachers' biases ». *Journal of Public Economics* 167: 263-79. doi:10.1016/j.jpubeco.2018.09.007.
- Levy, Lauren J., Robert S. Astur et Karyn M. Frick. 2005. « Men and Women Differ in Object Memory but Not Performance of a Virtual Radial Maze ». *Behavioral Neuroscience* 119(4): 853-62. doi:10.1037/0735-7044.119.4.853.
- Li, Cuiting et Jennifer Kerpelman. 2007. « Parental Influences on Young Women's Certainty about Their Career Aspirations ». *Sex Roles* 56(1): 105-15. doi:10.1007/s11199-006-9151-7.
- Lindberg, Sara M., Janet Shibley Hyde, Jennifer L. Petersen et Marcia C. Linn. 2010. « New Trends in Gender and Mathematics Performance: A Meta-Analysis ». *Psychological bulletin* 136(6): 1123. doi:10.1037/a0021276.

#### Annexe 4

- Linn, Marcia C. et Janet S. Hyde. 1989. « Gender, Mathematics, and Science ». *Educational Researcher* 18(8): 17. doi:10.2307/1176462.
- Linn, Marcia C. et Anne C. Petersen. 1985. « Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis ». *Child development* 56(6): 1479-98. doi:https://doi.org/10.2307/1130467.
- Liu, Songqi, Pei Liu, Mo Wang et Baoshan Zhang. 2021. « Effectiveness of stereotype threat interventions: A meta-analytic review ». *Journal of Applied Psychology* 106(6): 921-49. doi:10.1037/apl0000770.
- Logel, Christine, Gregory M. Walton, Steven J. Spencer, Emma C. Iserman, William von Hippel et Amy E. Bell. 2009. « Interacting with Sexist Men Triggers Social Identity Threat among Female Engineers ». *Journal of Personality and Social Psychology* 96(6): 1089-1103. doi:10.1037/a0015703.
- Lord, Charles G. et Delia S. Saenz. 1985. « Memory deficits and memory surfeits: Differential cognitive consequences of tokenism for tokens and observers ». *Journal of Personality and Social Psychology* 49(4): 918-26. doi:10.1037/0022-3514.49.4.918.
- Lortie-Lussier, Monique et Natalie Rinfret. 2002. « The Proportion of Women Managers: Where Is the Critical Mass? ». *Journal of Applied Social Psychology* 32(9): 1974-91. doi:https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2002.tb00268.x.
- Luyten, Hans, Christine Merrell et Peter Tymms. 2020. « Absolute effects of schooling as a reference for the interpretation of educational intervention effects ». *Studies in Educational Evaluation* 67: 100939. doi:10.1016/j.stueduc.2020.100939.
- Madsen, Adrian, Sarah B. McKagan et Eleanor C. Sayre. 2013. « Gender gap on concept inventories in physics: What is consistent, what is inconsistent, and what factors influence the gap? ». *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 9(2): 020121. doi:10.1103/PhysRevSTPER.9.020121.
- Maloney, Erin A., Marjorie W. Schaeffer et Sian L. Beilock. 2013. « Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions ». *Research in Mathematics Education* 15(2): 115-28. doi:10.1080/14794802.2013.797744.
- Margolis, Jane et Allan Fisher. 2003. *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*. Revised edition. Cambridge, Massachusetts London: Mit Pr. isbn:978-0-262-63269-0.
- Marry, Catherine. 2004. *Les femmes ingénieurs : une révolution respectueuse*. Belin éducation. isbn:978-2-7011-3372-0.
- Martinot, Delphine, Céline Bagès et Michel Désert. 2012. « French children's awareness of gender stereotypes about mathematics and reading: When girls improve their reputation in math ». *Sex Roles: A Journal of Research* 66(3-4): 210-19. doi:10.1007/s11199-011-0032-3.
- Martinot, Pauline. 2023. « Epidemiological and Cognitive Evaluations in Mathematics and Language in the Whole Population of School-Age Children in France ». Thèse de doctorat. Université Paris Cité. https://theses.hal.science/tel-04715278 (29 novembre 2024).

#### Annexe 4

- Master, Allison, Sapna Cheryan et Andrew N. Meltzoff. 2016. « Computing whether she belongs: Stereotypes undermine girls' interest and sense of belonging in computer science. » *Journal of Educational Psychology* 108(3): 424-37. doi:10.1037/edu0000061.
- Mendick, Heather, Marie-Pierre Moreau et Sumi Hollingworth. 2008. *Mathematical Images and Gender Identities : A report on the gendering of representations of mathematics and mathematicians in popular culture and their influences on learners*. UK resource centre for women in science, engineering & technology.
- Merle, Pierre. 2018. *Les pratiques d'évaluation scolaire : historique, difficultés, perspectives*. Presses universitaires françaises. isbn:978-2-13-080412-3.
- Miller, Casey et Keivan Stassun. 2014. « A Test That Fails ». *Nature* 510(7504): 303-4. doi:10.1038/nj7504-303a.
- Mo, Jeffrey. 2017. « Résolution collaborative de problèmes ». *PISA à la loupe* (78). doi:10.1787/867aae44-fr.
- Modena, Francesca, Enrico Rettore et Giulia Martina Tanzi. 2022. « Asymmetries in the gender effect of high-performing peers: Evidence from tertiary education ». *Labour Economics* 78: 102225. doi:10.1016/j.labeco.2022.102225.
- Mosconi, Nicole. 1989. *La mixité dans l'enseignement secondaire, un faux-semblant ?* isbn:978-2-13-042327-0.
- Mosconi, Nicole. 2001. « Comment les pratiques enseignantes fabriquent-elles de l'inégalité entre les sexes ? » *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation* 5(1): 97-109. doi:10.3406/dsedu.2001.953.
- Mosconi, Nicole. 2003. « Rapport au savoir et division socio-sexuée des savoirs à l'école ». *La lettre de l'enfance et de l'adolescence* 51(1): 31-38. doi:10.3917/lett.051.38.
- Moss-Racusin, Corinne A., John F. Dovidio, Victoria L. Brescoll, Mark J. Graham et Jo Handelsman. 2012. « Science faculty's subtle gender biases favor male students ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(41): 16474-79. doi:10.1073/pnas.1211286109.
- Nosek, Brian A., Mahzarin R. Banaji et Anthony G. Greenwald. 2002. « Math = Male, Me = Female, Therefore Math Not = Me ». *Journal of Personality and Social Psychology* 83(1): 44-59.
- Oliver, Andre', Bryant N. Gomez, Katlyn Lee Milless, Maya Godbole et Catherine Good. 2023. « Stereotype Threat: Overview, Current Trends in Research, and Interventions to Bolster Achievement and Learning ». In *The Routledge International Handbook of Gender Beliefs, Stereotype Threat, and Teacher Expectations*, Routledge. isbn:978-1-00-327576-3.
- Penner, Andrew M. 2008. « Gender Differences in Extreme Mathematical Achievement: An International Perspective on Biological and Social Factors ». *American Journal of Sociology* 114(S1): S138-70. doi:10.1086/589252.
- Perronnet, Clémence. 2018. « La culture scientifique des enfants en milieux populaires : étude de cas sur la construction sociale du goût, des pratiques et des représentations des

#### Annexe 4

- sciences ». These de doctorat. Lyon. <https://theses.hal.science/tel-02015334> (6 décembre 2024).
- Perronnet, Clémence, Claire Marc, Olga Paris-Romaskevich et Catherine Goldstein. 2024. *Matheuses - Les filles, avenir des mathématiques*. Illustrated édition. Paris: CNRS éditions. isbn:978-2-271-14966-4.
- Rakshit, Sonali et Soham Sahoo. 2023. « Biased teachers and gender gap in learning outcomes: Evidence from India ». *Journal of Development Economics* 161: 103041. doi:10.1016/j.jdeveco.2022.103041.
- Régner, Isabelle, Annique Smeding, David Gimmig, Catherine Thinus-Blanc, Jean-Marc Monteil et Pascal Huguet. 2010. « Individual Differences in Working Memory Moderate Stereotype-Threat Effects ». *Psychological Science* 21(11): 1646-48. doi:10.1177/0956797610386619.
- Régner, Isabelle, Jennifer R. Steele, Nalini Ambady, Catherine Thinus-Blanc et Pascal Huguet. 2014. « Our future scientists: A review of stereotype threat in girls from early elementary school to middle school ». *Revue internationale de psychologie sociale* 27(3): 13-51.
- Régner, Isabelle, Catherine Thinus-Blanc, Agnès Netter, Toni Schmader et Pascal Huguet. 2019. « Committees with Implicit Biases Promote Fewer Women When They Do Not Believe Gender Bias Exists ». *Nature Human Behaviour* 3(11): 1171-79. doi:10.1038/s41562-019-0686-3.
- Rhodes, Marjorie, Sarah-Jane Leslie, Kathryn M. Yee et Katya Saunders. 2019. « Subtle Linguistic Cues Increase Girls' Engagement in Science ». *Psychological Science* 30(3): 455-66. doi:10.1177/0956797618823670.
- Richardson, Frank C. et Richard M. Suinn. 1972. « The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data ». *Journal of Counseling Psychology* 19(6): 551-54. doi:10.1037/h0033456.
- Richardson, Sarah S., Meredith W. Reiches, Joe Bruch, Marion Boulicault, Nicole E. Noll et Heather Shattuck-Heidorn. 2020. « Is There a Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM)? Commentary on the Study by Stoet and Geary (2018) ». *Psychological Science* 31(3): 338-41. doi:10.1177/0956797619872762.
- Rinfret, Natalie et Monique Lortie-Lussier. 1996. « Comparaison de l'impact de la force numérique des femmes cadres en milieu naturel et en milieu étudiant: Une question de validité écologique. [Comparison of the impact of the number of women in the natural and scholastic milieus: A question of ecological validity.] ». *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement* 28(4): 262-70. doi:10.1037/0008-400X.28.4.262.
- Roorda, Debora L. et Suzanne Jak. 2024. « Gender match in secondary education: The role of student gender and teacher gender in student-teacher relationships ». *Journal of School Psychology* 107: 101363. doi:10.1016/j.jsp.2024.101363.
- Rosenthal, Robert et Lenore Jacobson. 2003. *Pygmalion in the classroom*. Carmarthen, Wales: Crown House Publishing. isbn:978-1-904424-06-2.

#### Annexe 4

- Rossi, Serena, Iro Xenidou-Dervou, Emine Simsek, Christina Artemenko, Gabriella Daroczy, Hans-Christoph Nuerk et Krzysztof Cipora. 2022. « Mathematics–Gender Stereotype Endorsement Influences Mathematics Anxiety, Self-concept, and Performance Differently in Men and Women ». *Annals of the New York Academy of Sciences* 1513(1): 121. doi:10.1111/nyas.14779.
- Rubinsten, Orly, Noam Bialik et Yael Solar. 2012. « Exploring the Relationship between Math Anxiety and Gender through Implicit Measurement ». *Frontiers in Human Neuroscience* 6: 279. doi:10.3389/fnhum.2012.00279.
- Schmader, Toni. 2023. « Gender inclusion and fit in STEM ». *Annual Review of Psychology* 74: 219-43. doi:10.1146/annurev-psych-032720-043052.
- Sekaquaptewa, Denise et Mischa Thompson. 2003. « Solo status, stereotype threat, and performance expectancies: Their effects on women's performance ». *Journal of Experimental Social Psychology* 39(1): 68-74. doi:10.1016/S0022-1031(02)00508-5.
- Souchal, Carine et Marie-Christine Toczek. 2019. « Évaluation orientée vers la maîtrise ou évaluation orientée vers la performance ? Des contextes qui régulent les performances des élèves lors d'un apprentissage ». *Questions vives recherches en éducation* (31). doi:10.4000/questionsvives.4063.
- Spencer, Steven J., Claude M. Steele et Diane M. Quinn. 1999. « Stereotype Threat and Women's Math Performance ». *Journal of Experimental Social Psychology* 35(1): 4-28. doi:10.1006/jesp.1998.1373.
- Steele, Claude M. et Joshua Aronson. 1995. « Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans ». *Journal of Personality and Social Psychology* 69(5): 797-811. doi:10.1037/0022-3514.69.5.797.
- Stoet, Gijsbert et David C. Geary. 2018. « The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education ». *Psychological Science* 29(4): 581-93. doi:10.1177/0956797617741719.
- Stoevenbelt, Andrea H., Paulette C. Flore, Inga Schwabe et Jelte M. Wicherts. 2022. « The uniformity of stereotype threat: Analyzing the moderating effects of premeasured performance ». *Intelligence* 93: 101655. doi:10.1016/j.intell.2022.101655.
- Su, Rong et James Rounds. 2015. « All STEM Fields Are Not Created Equal: People and Things Interests Explain Gender Disparities across STEM Fields ». *Frontiers in Psychology* 6. doi:10.3389/fpsyg.2015.00189.
- Sueur-Pontier, Monique. 1980. « Comment les maths viennent aux filles ou comment les filles ne viennent pas aux maths ». In *La politique de l'ignorance : mathématiques, enseignement et société*, Recherches, , 30-45. [https://femmes-et-maths.fr/wp-content/uploads/2024/03/PONTIER\\_MathFilles.pdf](https://femmes-et-maths.fr/wp-content/uploads/2024/03/PONTIER_MathFilles.pdf) (9 décembre 2024).
- Sullivan, Gail M. et Richard Feinn. 2012. « Using Effect Size-or Why the P Value Is Not Enough. » *Journal of graduate medical education* 4(3): 279-82. doi:10.4300/JGME-D-12-00156.1.
- Tellhed, Una, Fredrik Björklund et Kalle Kallio Strand. 2023. « Tech-Savvy Men and Caring Women: Middle School Students' Gender Stereotypes Predict Interest in Tech-Education ». *Sex Roles* 88(7): 307-25. doi:10.1007/s11199-023-01353-1.

#### Annexe 4

- Terrier, Camille. 2014. « Un coup de pouce pour les filles ? Les biais de genre dans les notes des enseignants et leur effet sur le progrès des élèves ». *Note de l'institut des politiques publiques* (14). <https://www.ipp.eu/actualites/un-coup-de-pouce-pour-les-filles-les-biais-de-genre-dans-les-notes-des-enseignants-et-leur-effet-sur-le-progres-des-eleves/>.
- Terrier, Camille, Rustamdjan Hakimov et Renke Schmacker. 2023. « Confiante En Soi et Choix d'orientation Sur Parcoursup : Enseignements d'une Intervention Randomisée ». *Working Papers*. <https://ideas.repec.org/p/hal/wpaper/halshs-04164914.html> (5 décembre 2024).
- Thelwall, Mike, Kayvan Kousha, Emma Stuart, Meiko Makita, Mahshid Abdoli, Paul Wilson et Jonathan Levitt. 2023. « Do bibliometrics introduce gender, institutional or interdisciplinary biases into research evaluations? » *Research Policy* 52(8): 104829. doi:10.1016/j.respol.2023.104829.
- Verniers, Catherine et Delphine Martinot. 2015. « Perception of Students' Intelligence Malleability and Potential for Future Success: Unfavourable Beliefs towards Girls ». *British Journal of Educational Psychology* 85(3): 289-99. doi:10.1111/bjep.12073.
- Vidal, Catherine. 2012. *Hommes, femmes, avons-nous le même cerveau ?* Le Pommier. isbn:978-2-7465-0625-1.
- Villani, Cédric et Charles Torrossian. 2018. *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. <https://www.education.gouv.fr/21-mesures-pour-l-enseignement-des-mathematiques-3242>.
- van der Vleuten, Maaike, Eva Jaspers, Ineke Maas et Tanja van der Lippe. 2018. « Intergenerational Transmission of Gender Segregation: How Parents' Occupational Field Affects Gender Differences in Field of Study Choices ». *British Educational Research Journal* 44(2): 294-318. doi:10.1002/berj.3329.
- Vos, Helene, Mila Marinova, Sara C. De Léon, Delphine Sasanguie et Bert Reynvoet. 2023. « Gender differences in young adults' mathematical performance: Examining the contribution of working memory, math anxiety and gender-related stereotypes ». *Learning and Individual Differences* 102: 102255. doi:10.1016/j.lindif.2022.102255.
- Vouillot, Françoise. 2007. « L'orientation aux prises avec le genre ». *Travail, genre et sociétés* 18(2): 87-108. doi:10.3917/tgs.018.0087.
- Vouillot, Françoise. 2010. « L'orientation, le butoir de la mixité ». *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation* (171): 59-67. doi:10.4000/rfp.1900.
- Voyer, D., S. Voyer et M. P. Bryden. 1995. « Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis and Consideration of Critical Variables. » *Psychological bulletin* 117(2): 250-70. doi:10.1037/0033-2909.117.2.250.
- Warne, Russell T. 2022. « No Strong Evidence of Stereotype Threat in Females: A Reassessment of the Meta-Analysis ». *Journal of Advanced Academics* 33(2): 171-86. doi:10.1177/1932202X211061517.
- Zigerell, L. J. 2017. « Potential publication bias in the stereotype threat literature: Comment on Nguyen and Ryan (2008) ». *Journal of Applied Psychology* 102(8): 1159-68. doi:10.1037/apl0000188.