

ANNEXE 5

**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 5

Conséquences socio-économiques de la sous-représentation des femmes dans les STEM

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1. LA SOUS-REPRÉSENTATION DES FEMMES DANS LES FILIÈRES STEM PÈSE FORTEMENT SUR LEUR SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE..... | 1 |
| 1.1. Les femmes sont moins présentes dans les filières de formation qui permettent d'accéder aux métiers plus rémunérateurs de la filière STEM..... | 1 |
| 1.1.1. <i>La part des femmes dans les formations du supérieur de la filière STEM reste structurellement faible.....</i> | <i>1</i> |
| 1.1.2. <i>Or, la littérature économique montre que l'écart de genre dans l'étude des sciences se répercute sur les inégalités de genre sur le marché du travail, les emplois de la filière STEM étant en moyenne les mieux rémunérés.....</i> | <i>2</i> |
| 1.2. On observe par ailleurs une baisse du vivier scientifique féminin au début de la vie active, car les femmes formées aux matières scientifiques font moins carrière dans les emplois qui en sont issus que les hommes..... | 5 |
| 1.3. Moins nombreuses, les femmes accèdent plus difficilement aux postes à responsabilité dans les filières STEM | 7 |
| 1.3.1. <i>Les femmes sont très minoritaires parmi les plus hauts postes du secteur public de l'enseignement et de la recherche</i> | <i>7</i> |
| 1.3.2. <i>Le phénomène de sous-représentation des femmes dans les filières STEM du secteur privé est également observé, dans des proportions parfois supérieures</i> | <i>9</i> |
| 2. LA SOUS-REPRÉSENTATION DES FEMMES DANS LES FILIÈRES STEM A DES EFFETS NÉGATIFS IMPORTANTS ET CROISSANTS SUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DE LA FRANCE..... | 12 |
| 2.1. À nombre de personnes formées en STEM fixées, la sous-représentation des femmes limite la croissance française de l'ordre de 10 Md€ de croissance manquante par an..... | 12 |
| 2.1.1. <i>Les barrières que rencontrent les femmes pour accéder aux filières STEM conduit à une perte de talents potentiels qui défavorise l'innovation.....</i> | <i>12</i> |
| 2.1.2. <i>Du fait du déficit d'innovation et de la baisse de productivité qu'elle induit, la faible proportion de femmes formées aux STEM a un impact mesurable sur le PIB français, compris entre 5 et 15 Mds€ selon le niveau d'ambition avancé.....</i> | <i>17</i> |
| 2.1.3. <i>Un sex ratio fortement déséquilibré dans une entreprise réduit également la productivité.....</i> | <i>18</i> |
| 2.2. L'augmentation attendue des besoins en scientifiques sur le marché du travail à horizon 2030 offre l'opportunité d'accroître la part des femmes dans la filière STEM sans réduire les effectifs masculins | 20 |
| 2.2.1. <i>La part des professions à forte dimension mathématique a augmenté au cours des quatre dernières décennies</i> | <i>20</i> |
| 2.2.2. <i>Les projections réalisées sur les besoins en compétences sur le marché du travail français montrent que cette tendance va encore s'accroître à horizon de court et moyen terme.....</i> | <i>21</i> |

| | |
|---|-----------|
| 3. EN DÉPIT D'UNE AMÉLIORATION CONTINUE, LA SOUS-REPRÉSENTATION DES FEMMES DANS LES FILIÈRES ÉDUCATIVES DES STEM RESTE INSUFFISAMMENT PRISE EN COMPTE DANS LES DOCUMENTS BUDGÉTAIRES..... | 24 |
| 3.1. Le thème de l'égalité femmes-hommes progresse dans les principaux documents budgétaires des ministères de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur et de la recherche | 24 |
| 3.2. En dépit de ces progrès, les documents budgétaires ne montrent pas que le financement des études supérieures est très favorable aux hommes, du fait notamment de leur sur-représentation dans les filières STEM..... | 26 |
| 4. LA SOUS-REPRÉSENTATION DES FEMMES DANS LA FILIÈRE STEM FREINE LA TRANSFORMATION DE LA SOCIÉTÉ, AU DÉTRIMENT DE LEURS BESOINS PROPRES | 27 |

1. La sous-représentation des femmes dans les filières STEM pèse fortement sur leur situation socio-économique

Encadré 1 : Précisions méthodologiques relatives aux notions utilisées dans la présente annexe

Concernant les filières de formation initiale et les métiers de la recherche, la mission a centré ses analyses et propositions sur les filières sciences, technologie, informatique, ingénierie et mathématiques, dites STEM en anglais, ou STIM en français. Ne sont pas incluses les sciences du vivant et géosciences. Dans la présente annexe, les données et analyses présentées sont systématiquement restreintes à cette acception, lorsque la granularité de l'information disponible était suffisante. **Le terme retenu est alors STEM.**

Elles peuvent inclure les sciences du vivant et les géosciences lorsque la granularité de l'information l'impose. Les notes de lecture et précisions des champs d'observation, situées sous les graphiques et tableaux présentés dans la présente annexe, le précisent alors.

Concernant les métiers d'ingénieurs, le niveau d'information n'est pas toujours suffisant pour opérer cette distinction. Les données présentées doivent alors être considérées comme des ordres de grandeur et des tendances, utiles pour identifier et analyser les problématiques sous-jacentes.

Source : Mission.

1.1. Les femmes sont moins présentes dans les filières de formation qui permettent d'accéder aux métiers plus rémunérateurs de la filière STEM

1.1.1. La part des femmes dans les formations du supérieur de la filière STEM reste structurellement faible

En 2024, plus de 60 % des diplômés de l'enseignement supérieur, notamment de master, sont des femmes¹.

Cependant, cette féminisation de l'enseignement général et supérieur masque des disparités importantes dans les choix d'orientation et de qualification, qui demeurent extrêmement genrés. Ainsi, selon le Conseil d'analyse économique (CAE)², « dès qu'elles le peuvent, c'est-à-dire dès le lycée, les filles privilégient les matières littéraires et les sciences de la vie et de la terre (SVT) alors que les garçons s'orientent davantage vers les matières scientifiques et technologiques » (voir également en ce sens l'annexe 4, qui expose les raisons de cette situation). De ce fait, la part des femmes qui entrent dans les filières STEM de l'enseignement supérieur est structurellement faible (cf. annexe 1) :

- ◆ en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) scientifiques, puisque la part des femmes dans les filières CPGE scientifiques n'était que de 24,7 % à la rentrée 2023-2024. Parmi les contingents les plus importants, seule la filière physique-chimie approche les 35 % (33,8 % en PCSI en première année ; 37,6 % en PC-PC* en deuxième année) ;
- ◆ dans les cycles universitaires en sciences fondamentales où la part des femmes n'était que de 32,0 % à la rentrée 2022. Au contraire, les femmes sont surreprésentées en médecine (65,5 %), sciences du vivant (65,6 %) et pharmacie (70,2 %) ;

¹ Source : « Égalité hommes-femmes : une question d'équité, un impératif économique » ; note du Conseil d'analyse économique n° 83, novembre 2024 ; Emmanuelle Auriol, Camille Landais et Nina Roussille.

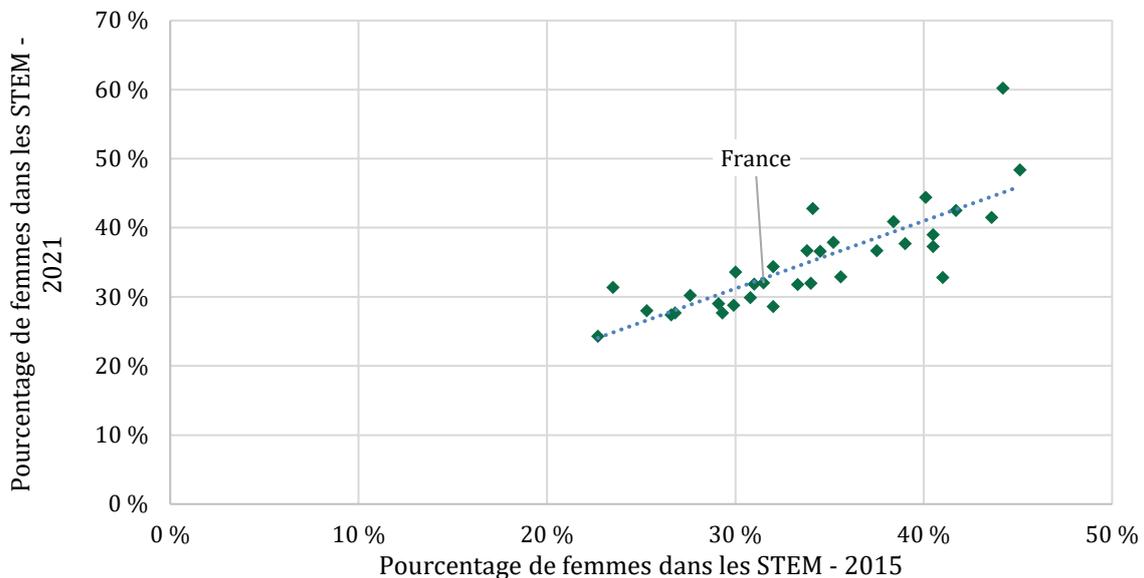
² *Ibid.*

Annexe 5

- ♦ ou en première année du cycle d'ingénieurs : à la rentrée 2023-2024, elle ne dépassait jamais 36 %, quelle que soit la provenance de l'entrée dans le cycle (28,8 % de provenance CPGE ; 35,6 % de provenance université ; 33,4 % en cycles préparatoires intégrés ; 20,7 % de provenance diplômes universitaire de technologie – DUT – ou brevet de technicien supérieur – BTS), même si elle a un peu augmenté ces cinq dernières années (+0,8 pt en CPGE ; + 2,7 pts en cycle préparatoire intégré), à l'exception des entrées d'origine DUT ou BTS (-1,8 pts).

La note du CAE précitée rappelle que cette distribution des qualifications en fonction du genre n'est pas spécifique à la France, mais que les écarts y sont plus importants que dans d'autres pays européens. Par exemple, selon Eurostat, il existe un écart de 10 points entre la Suède et la France en ce qui concerne la proportion de filles inscrites dans les formations STEM. Plus généralement, lorsqu'on observe la position de la France au sein des pays européens, on constate qu'elle se situe effectivement dans la partie basse en termes de taux de femmes diplômées de l'enseignement supérieur en STEM, de manière par ailleurs inchangée depuis 2015 (cf. graphique 1).

Graphique 1 : Femmes diplômées de l'enseignement supérieur en STEM dans les pays européens – données comparées entre 2015 et 2021, en %



Source : Données Eurostat, traitement mission. Les STEM présentées dans ces données sont les sciences naturelles, mathématiques et statistiques ; les technologies de l'information et de la communication (TIC) ; l'ingénierie, les industries de transformation et construction. Chaque point correspond à un pays européen. Seuls les pays dont les données étaient présentes à la fois en 2015 et 2021 sont présentés ici.

1.1.2. Or, la littérature économique montre que l'écart de genre dans l'étude des sciences se répercute sur les inégalités de genre sur le marché du travail, les emplois de la filière STEM étant en moyenne les mieux rémunérés

Aux États-Unis, l'étude de référence de Charles Brown et Mary Corcoran (1997)³ montre que **les différences de domaine du diplôme expliquent une partie significative de l'écart de salaire entre les hommes et les femmes diplômés de l'université**, tandis que cette différence compte peu aux niveaux d'études inférieures.

³ Brown, Charles and Mary Corcoran, *Sex-Based Differences in School Content and the Male-Female Wage Gap*, Journal of Labor Economics, 1997, 15 (3).

Une analyse comparable menée récemment en France aboutit au même constat : alors que le niveau moyen de diplôme des femmes françaises dépasse désormais celui des hommes, cette progression des résultats scolaires des filles ne s'est pas traduite par une égalité salariale. L'INSEE montre ainsi que les femmes françaises ont des salaires nets mensuels au début de la vie active inférieurs de 13 % à ceux des hommes⁴, alors même que les différences de probabilité d'accès aux emplois de catégorie cadre et professions intermédiaires ne sont pas statistiquement significatives.

Ces écarts de salaire s'expliquent aux trois quarts par des différences de diplôme et de caractéristiques de l'emploi occupé⁵ : les femmes et les hommes sont inégalement répartis dans les différents secteurs, avec une plus grande concentration des femmes dans des secteurs peu rémunérateurs, par exemple le secteur public ou le domaine des services à la personne⁶. À titre d'exemple sur ces écarts de salaires, en 2009⁷, parmi les personnes diplômées depuis moins de dix ans :

- ◆ les diplômés de licence de sciences touchaient un salaire net médian de 1 640 €, contre 1 440 € en lettres, langues et arts (- 12 %) ;
- ◆ les diplômés de master ou maîtrise en physique et mathématiques touchaient un salaire médian de 2 000 €, contre 1 760 € en chimie et biologie (- 12 %), 1 600 € en littérature et philosophie (- 40 %), et 1 360 € en arts (-32 %) ;
- ◆ pour les diplômés d'écoles d'ingénieurs, le salaire mensuel médian était de l'ordre de 2 500 €.

Or, ce phénomène dit de « ségrégation occupationnelle »⁸ reflète largement la ségrégation scolaire, c'est-à-dire le fait que les filles sont moins présentes dans les filières scientifiques qui sont les plus favorables à l'insertion sur le marché du travail, et surreprésentées dans les filières littéraires au lycée général et dans les filières commerce et administration en lycée professionnel. Ainsi, parmi le panel d'élèves entrés en sixième en 1995 utilisé par l'INSEE afin de suivre l'entrée dans la vie adulte (EVA), les bacheliers scientifiques bénéficiaient (*cf.* graphique 2) :

- ◆ d'un salaire net mensuel moyen plus élevé de respectivement 15,6 % et 26,1 % par rapport aux bacheliers des filières générales ES et L ;
- ◆ et d'un taux d'accès à l'emploi dans les catégories cadre ou profession intermédiaire supérieur de 16 et 23 points de pourcentage par rapport à ces mêmes filières.

À noter toutefois qu'un mécanisme spécifique de ségrégation professionnelle en début de carrière se substitue progressivement à la ségrégation observée en fin d'études⁹.

⁴ Estelle Herbaut *et al.* 2022. « Filières du baccalauréat et emploi à la fin des études ». *Économie et statistique*, n° 530-31.

⁵ Source : *Ibid.*

⁶ Source : Couppié *et al.*, 2012 ; Meng & Meurs, 2001.

⁷ Daniel Martinelli et Corinne Prost (INSEE), « le domaine d'études est déterminant pour les débuts de carrière », *INSEE première* n° 1313, octobre 2010.

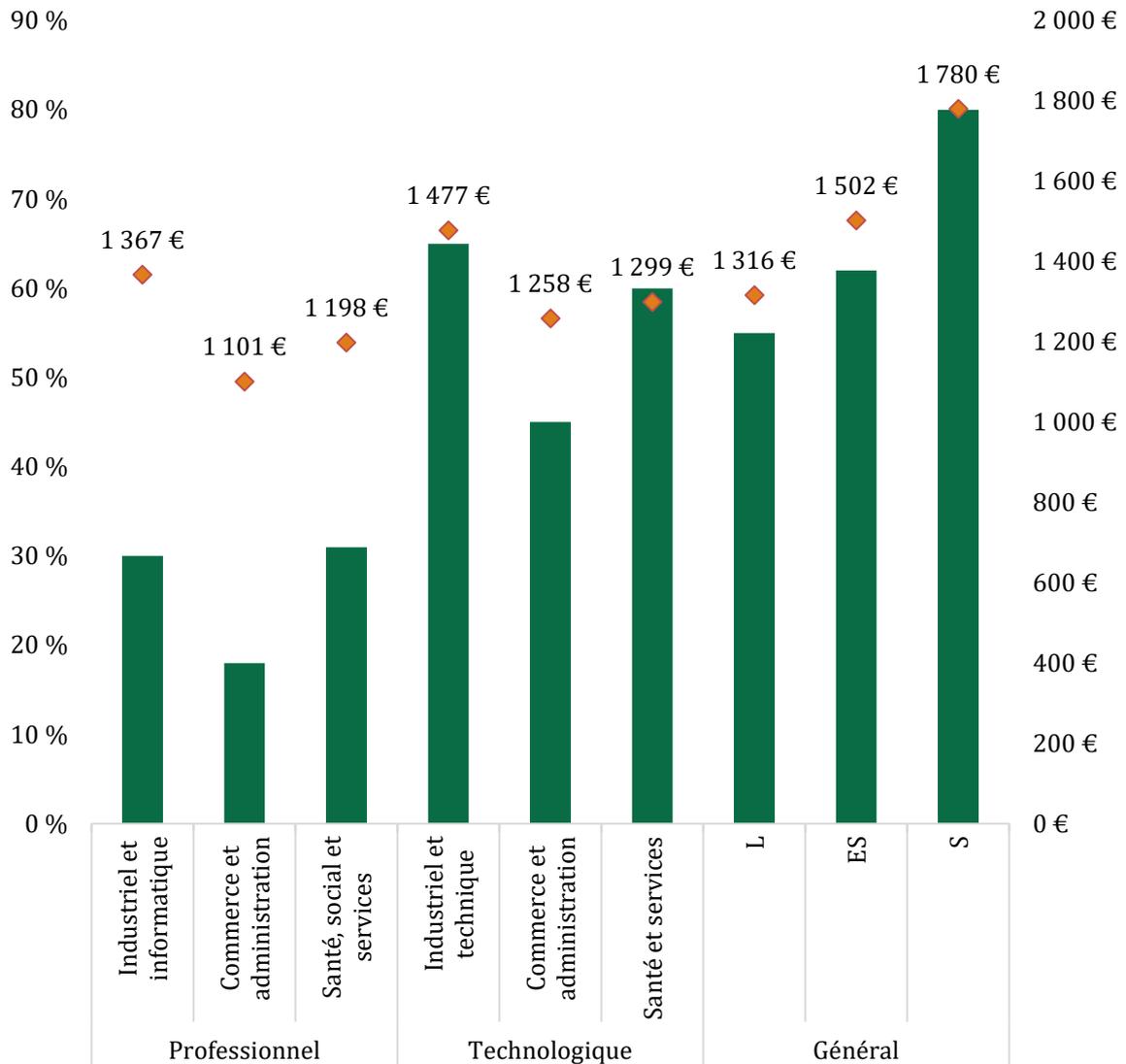
⁸ Source : Couppié *et al.*, 2012 ; Meng & Meurs, 2001.

⁹ Il a notamment été montré qu'au cours des dix premières années de la carrière professionnelle, le poids de la ségrégation éducative sur les inégalités salariales diminue mais que les disparités de salaire entre femmes et hommes augmentent à cause d'une ségrégation professionnelle qui ne s'explique pas uniquement par les différences d'études (Couppié *et al.*, 2012).

Annexe 5

Ce constat est confirmé par l'analyse des rémunérations des anciens étudiants issus de l'enseignement supérieur et entrés depuis deux ans dans la vie active : comme l'illustre le graphique 3, on constate en effet une corrélation négative entre la proportion de femmes et les salaires nets médians par domaine d'étude. Les femmes sont sur-représentées dans les formations conduisant aux niveaux de rémunérations les plus faibles. Cette relation s'observe aussi bien au niveau master qu'en licence professionnelle.

Graphique 2 : Accès à un emploi dans les catégories cadre ou profession intermédiaire et salaire net moyen du premier emploi reporté dans le panel EVA selon la filière du baccalauréat (avant la réforme du lycée)

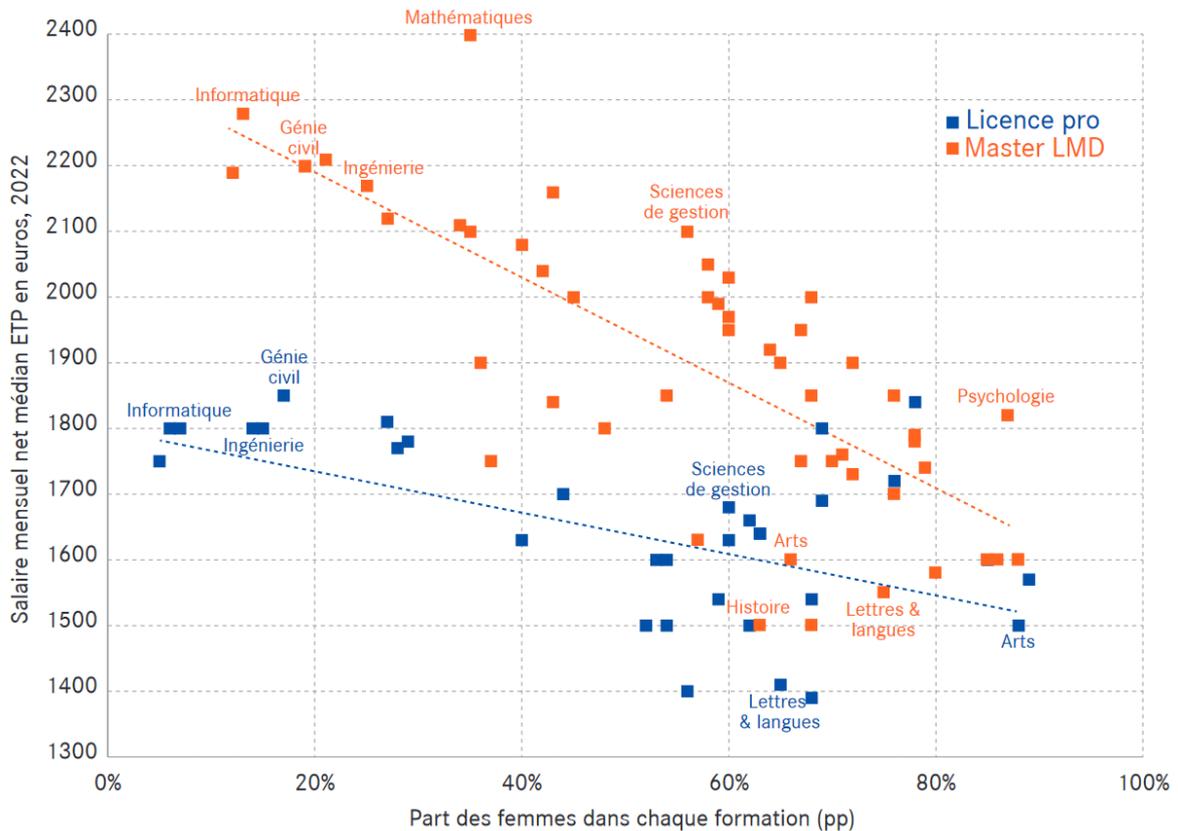


■ Taux d'emploi en catégorie cadre ou profession intellectuelle

◆ Salaire net moyen mensuel

Source : Filières du baccalauréat et emploi à la fin des études : contribution des parcours scolaires et analyse des écarts entre femmes et hommes, Estelle Herbaut, Carlo Barone et Louis-André Vallet, Économie et statistique n° 530-31, 2022.

Graphique 3 : Proportion des femmes et salaires nets médians par domaine d'étude (2022)



Source : E. Auriol et al., « Égalité hommes-femmes : une question d'équité, un impératif économique » ; note du Conseil d'analyse économique n° 83, novembre 2024. Note : les salaires affichés correspondent aux valeurs médianes des salaires mensuels nets (primes incluses) pour les emplois à temps plein.

Encourager l'accès des femmes aux carrières scientifiques constitue donc un levier de la réduction des inégalités salariales, contribuant à l'objectif plus large de lutte contre les inégalités entre les femmes et les hommes. Ce levier n'est pas exclusif d'autres mesures visant à davantage reconnaître et rémunérer les domaines dans lesquels les femmes sont majoritaires, même si ces sujets sont hors du champ de la mission.

1.2. On observe par ailleurs une baisse du vivier scientifique féminin au début de la vie active, car les femmes formées aux matières scientifiques font moins carrière dans les emplois qui en sont issus que les hommes

Par ailleurs, même lorsque les femmes choisissent les filières de formation des domaines STEM, elles s'engagent ensuite moins dans les carrières scientifiques qui devraient logiquement en découler que les hommes :

- ◆ Ceci et al. (2010)¹⁰ décrivent une fuite de cerveaux féminins hors des carrières académiques en mathématiques ou sciences physiques ;

¹⁰ Stephen J. Ceci and Wendy M. Williams, *Understanding current causes of women's underrepresentation in science*, 2010, Proceedings of the National academy of sciences.

Annexe 5

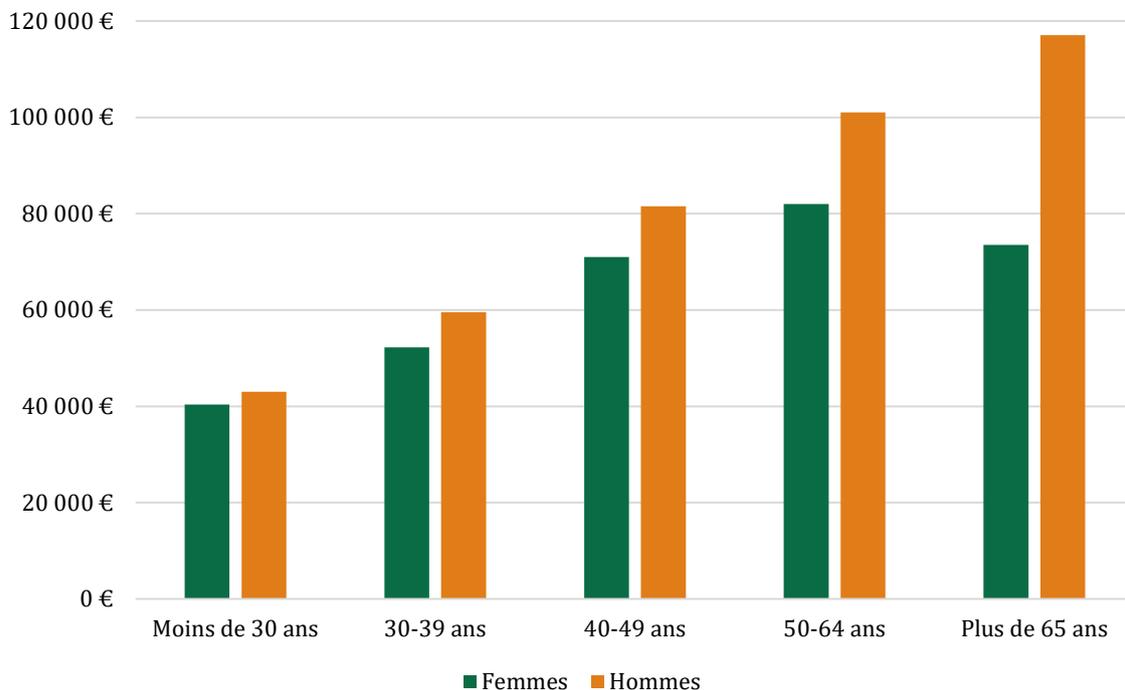
- ◆ de manière concordante, Hunt (2016)¹¹ montre que le taux de sortie de l'emploi des femmes dans les carrières d'ingénierie est significativement supérieur à celui des hommes, tandis que l'écart n'est pas significatif dans les autres domaines y compris dans les autres carrières liées aux sciences. L'auteure indique que **60 % de l'écart de genre au niveau du taux de sortie d'une carrière d'ingénierie s'explique par l'insatisfaction des femmes scientifiques vis-à-vis de leur rémunération et de leurs perspectives de promotion**, et non pas par des facteurs liés à la vie personnelle ou à la famille (grossesse, maternité).

Le phénomène décrit par ces études qui reposent sur des données un peu anciennes (10 à 15 ans) est toujours d'actualité : l'enquête Opinionway/Elles bougent de 2024¹² montre ainsi **qu'environ 80 % des femmes ingénieures et techniciennes considèrent subir du sexisme ou de la discrimination et ne pas évoluer professionnellement dans leur entreprise**. En miroir, la même proportion estime que les hommes de même profil progressent plus facilement et accèdent plus facilement aux postes à responsabilités.

Certes, dans tous les domaines d'études dont les données sont disponibles, les hommes ont des taux d'emploi supérieurs à ceux des femmes, mais il est également démontré que l'écart entre les sexes y est plus particulièrement marqué dans les domaines scientifiques à prédominance masculine¹³.

A noter qu'au-delà de la question de l'accès à l'emploi, et même si les ingénieurs ont un niveau de rémunération plus élevé que la moyenne comme exposé ci-dessus, **on constate également un écart important dans les conditions salariales des femmes et des hommes ingénieurs** (18 % en défaveur des femmes en moyenne), pour toutes les tranches d'âge observées, avec un accroissement pour les ingénieures les plus âgées (cf. graphique 4).

Graphique 4 : Salaires médians constatés dans les métiers d'ingénieurs en 2024



Source : Observatoire des ingénieurs et scientifiques de France (IESF) - enquête 2024.

¹¹ Hunt, Jennifer, "Why do Women Leave Science and Engineering ?," ILR Review, 2016, 69 (1), 199-226.

¹² Enquête intitulé « Carrières en sciences : l'orientation est-elle toujours genrée en 2024 ? ».

¹³ Source : publication OCDE, « Indicateurs de l'éducation à la loupe » ; octobre 2017.

Cette situation constitue une double perte dommageable à leur situation individuelle sur un plan économique : les femmes sont moins représentées qu'elles ne le devraient dans les filières les plus rémunératrices, et leur réorientation constitue une perte de chance du fait du temps perdu. Par ailleurs, pour la collectivité, il signifie **une moindre participation des femmes à des domaines scientifiques nécessaires à son développement économique et social** (cf. 2 ci-dessous).

1.3. Moins nombreuses, les femmes accèdent plus difficilement aux postes à responsabilité dans les filières STEM

1.3.1. Les femmes sont très minoritaires parmi les plus hauts postes du secteur public de l'enseignement et de la recherche

Nota bene : les éléments présentés ci-dessous sont complétés d'analyses plus précises, notamment en tendancier, présentées en annexe 2.

1.3.1.1. Les femmes restent sous-représentées parmi les enseignants-chercheurs en STEM

En 2023, les femmes représentent environ 20 % des enseignants-chercheurs du secteur public en poste¹⁴ dans les domaines des mathématiques et de l'informatique, de la physique et des sciences de l'ingénieur. Parmi les STEM, seule la chimie échappe à cette sous-représentation massive, tout en demeurant loin de la parité, avec 38,3 % de femmes (cf. annexe 2). En revanche, les femmes représentent à peu près la moitié des effectifs en biologie et sciences sociales.

Ce déséquilibre est encore accentué parmi les postes de professeur des universités et assimilés, avec seulement 16,0 % de femmes en mathématiques et conception de logiciels et 15,9 % de femmes en sciences physiques.

1.3.1.2. Dans la recherche publique, alors même que les femmes sont bien représentées dans les personnels de soutien, elles restent en deçà de la parité parmi les chercheurs

Les femmes sont également sous-représentées parmi les organismes nationaux de recherche. Alors même qu'elles sont très majoritaires parmi les personnels de soutien (56,1 %), elles restent éloignées de la parité parmi les chercheurs (36,2 %).

¹⁴ Sous tutelle du MESR.

Annexe 5

Tableau 1 : Effectifs et part des femmes selon le type d'établissement de recherche du secteur public, et la catégorie de personnel, en 2020

| Type d'établissement | Chercheurs | | | Personnels de soutien | | |
|---|----------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | H | F | % F | H | F | % F |
| État et opérateurs de recherche | 44 297 | 25 142 | 36,2 % | 19 154 | 24 514 | 56,1 % |
| Établissements publics à caractère scientifique et technologique (CNRS, INRIA, INRAE,...) | 19 753 | 12 530 | 38,8 % | 9 970 | 14 282 | 58,9 % |
| Établissements publics industriels et commerciaux (CEA, ONERA...) | 11 355 | 5 491 | 32,6 % | 3 872 | 3 340 | 46,3 % |
| Ministères et autres organismes publics | 13 189 | 7 121 | 35,1 % | 5 312 | 6 892 | 56,5 % |
| Opérateurs de l'enseignement supérieur (universités et grandes écoles) | 66 135 | 49 882 | 43,0 % | 14 606 | 30 844 | 67,9 % |
| Institutions sans but lucratif (ISBL) | 3 516 | 2 955 | 45,7 % | 1 549 | 2 498 | 61,7 % |
| Ensemble | 113 948 | 77 979 | 40,6 % | 35 309 | 57 856 | 62,1 % |

Source : MESR-SIES (enquête R&D). L'état de l'Emploi scientifique en France, rapport 2023.

1.3.1.3. Hormis sur les postes de fonctions support, la sous-représentation des femmes est caractérisée au sein des postes de direction du secteur public de la recherche

La situation des organismes publics de recherche est particulièrement caractéristique du mécanisme de sous-représentation des femmes dans les postes « de pouvoir » de la filière STEM. Alors même qu'elles sont représentées à un niveau globalement paritaire dans les directions des fonctions support de ces organismes (fonctions financières et budgétaires, de ressources humaines, de secrétariat général), elles ne sont plus que 20,7 % aux postes de numéro 1, 28,2 % aux postes de numéro 2 et 16,7 % à la présidence de leur conseil scientifique (cf. tableau 2).

Tableau 2 : Nombre de femmes dans la gouvernance dans les organismes publics de recherche en 2023

| Poste | Femmes | Hommes |
|--|-----------|------------|
| Président, PDG | 6 | 23 |
| Directeur général, DG délégué, DG adjoint, directeur | 11 | 28 |
| Président du conseil scientifique ou assimilé | 4 | 20 |
| DG ressources, secrétaire général | 9 | 10 |
| Responsable des ressources humaines | 16 | 10 |
| Responsable des affaires financières | 14 | 18 |
| Ensemble | 60 | 109 |

Source : MESRI-DGESIP. Vers l'égalité femmes-hommes ? Chiffres clefs. Champ : 10 EPIC, 6 EPST, 6 EPA, 1 EPSCP, 6 GIP et fondations ; organigrammes en vigueur au 31/12.

1.3.2. Le phénomène de sous-représentation des femmes dans les filières STEM du secteur privé est également observé, dans des proportions parfois supérieures

La sous-représentation des femmes dans les études du champ des STEM conduit mécaniquement à une sous-représentation des femmes au sein des métiers les plus fortement mathématisés et l'ingénierie. Ainsi, parmi les ingénieurs et les cadres techniques, la part de femmes est inférieure à 50 % pour l'ensemble des professions et catégories socio-professionnelles.

Cette situation est particulièrement topique lorsqu'on analyse la représentation des femmes parmi les ingénieurs, dans la recherche ou dans les hauts postes de direction du secteur privé.

1.3.2.1. Les femmes sont très minoritaires dans les fonctions d'ingénieurs

La sous-représentation des femmes dans les études du champ des STEM conduit mécaniquement à une sous-représentation des femmes au sein des métiers les plus fortement mathématisés et l'ingénierie. Ainsi, parmi les ingénieurs et les cadres techniques, la part de femmes est inférieure à 50 % pour l'ensemble des professions et catégories socio-professionnelles (cf. tableau 3). En proportion, les femmes sont plus nombreuses parmi les architectes salariés (47,6 %). En particulier, la part de femmes est particulièrement faible pour les ingénieurs des travaux publics et s'établit autour de 11 %.

Tableau 3 : Part de femmes parmi les professions et catégories socio-professionnelles relatives appartenant au niveau Ingénieurs et cadres techniques d'entreprises de la nomenclature PCS-ESE, et relatives au champ des STEM

| Profession et catégorie socio-professionnelle | Nombre de femmes (ETP) | Proportion de femmes (en ETP) |
|--|------------------------|-------------------------------|
| Directeurs techniques des grandes entreprises | 4 902 | 20,5 % |
| Ingénieurs et cadres d'étude du bâtiment et des travaux publics | 16 038 | 24,5 % |
| Architectes salariés | 7 671 | 47,6 % |
| Ingénieurs, cadres de chantier et conducteurs de travaux (cadres) du bâtiment et des travaux publics | 9 872 | 11,9 % |
| Ingénieurs et cadres technico-commerciaux en bâtiment, travaux publics | 3 093 | 11,0 % |
| Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement en électricité, électronique | 9 848 | 16,8 % |
| Ingénieurs et cadres de fabrication en matériel électrique, électronique | 1 482 | 13,3 % |
| Ingénieurs et cadres technico-commerciaux en matériel électrique ou électronique professionnel | 2 590 | 15,0 % |
| Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement en mécanique et travail des métaux | 11 795 | 16,9 % |
| Ingénieurs et cadres de fabrication en mécanique et travail des métaux | 3 606 | 12,7 % |
| Ingénieurs et cadres technico-commerciaux en matériel mécanique professionnel | 2 068 | 12,0 % |
| Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement des industries de transformation (agroalimentaire, chimie, métallurgie, matériaux lourds) | 29 663 | 40,2 % |
| Ingénieurs et cadres de fabrication des industries de transformation (agroalimentaire, chimie, métallurgie, matériaux lourds) | 7 735 | 22,5 % |
| Ingénieurs et cadres technico-commerciaux des industries de transformations (biens intermédiaires) | 6 528 | 28,5 % |

Annexe 5

| Profession et catégorie socio-professionnelle | Nombre de femmes (ETP) | Proportion de femmes (en ETP) |
|---|------------------------|-------------------------------|
| Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement de la distribution d'énergie, eau | 7 412 | 28,2 % |
| Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement des autres industries (imprimerie, matériaux souples, ameublement et bois) | 5 046 | 30,7 % |
| Ingénieurs et cadres de la production et de la distribution d'énergie, eau | 5 752 | 22,6 % |
| Ingénieurs et cadres de fabrication des autres industries (imprimerie, matériaux souples, ameublement et bois) | 2 765 | 26,5 % |
| Ingénieurs et cadres des achats et approvisionnements industriels | 14 617 | 41,8 % |
| Ingénieurs et cadres de la logistique, du planning et de l'ordonnancement | 18 103 | 32,5 % |
| Ingénieurs et cadres des méthodes de production | 10 377 | 21,5 % |
| Ingénieurs et cadres du contrôle-qualité | 26 532 | 43,6 % |
| Ingénieurs et cadres de la maintenance, de l'entretien et des travaux neufs | 5 200 | 11,6 % |
| Ingénieurs et cadres techniques de l'environnement | 10 035 | 39,1 % |
| Ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement en informatique | 98 181 | 25,8 % |
| Ingénieurs et cadres d'administration, maintenance, support et services aux utilisateurs en informatique | 15 084 | 21,0 % |
| Chefs de projets informatiques, responsables informatiques | 49 191 | 25,2 % |
| Ingénieurs et cadres technico-commerciaux en informatique et télécommunications | 9 844 | 26,2 % |
| Ingénieurs et cadres spécialistes des télécommunications | 4 904 | 18,6 % |
| Ingénieurs et cadres techniques de l'exploitation des transports | 10 593 | 25,6 % |

Source : Données BTS-Postes 2023 ; calculs : IGF pôle science des données.

1.3.2.2. Dans la recherche privée, les femmes sont nettement sous-représentées, tant parmi les personnels de soutien que parmi les personnels de recherche

La situation des femmes chercheuses dans la recherche privée est comparable à celle de la recherche publique, avec seulement 22 % de chercheuses en 2019 dans les 32 branches du secteur. Par ailleurs, avec 28 % de femmes, les personnels de soutien sont beaucoup moins féminisés que dans le secteur public, où elles sont même majoritaires (cf. tableau 4).

Tableau 4 : Part des femmes selon les principales branches de recherche du secteur privé, et la catégorie de personnel, en 2019

| Principales branches de recherche | Effectifs de chercheurs 2019 (ETP recherche) | Part des femmes en 2019 | |
|---|--|-------------------------|-------------|
| | | Personnels de soutien | Chercheuses |
| Industrie pharmaceutique | 9 620 | 65 % | 61 % |
| Industrie chimique | 6 572 | 55 % | 53 % |
| Activités spécialisées, scientifiques et techniques | 25 055 | 33 % | 27 % |
| Construction aéronautique et spatiale | 16 416 | 16 % | 17 % |
| Édition, audiovisuel et diffusion | 13 461 | 22 % | 17 % |
| Activités informatiques et services d'information | 26 643 | 22 % | 16 % |
| Industrie automobile | 20 050 | 14 % | 15 % |
| Fab. instrum. & appar. de mesure, essai & navig, horlogerie | 12 213 | 19 % | 14 % |
| Fab. d'équipements de communication | 7 432 | 22 % | 14 % |
| Composants, cartes électronique, ordinateurs, équipements périph. | 9 573 | 19 % | 13 % |
| Fab. de machines et équipements non compris ailleurs | 6 650 | 8 % | 9 % |
| Ensemble des 32 branches | 195 642 | 28 % | 22 % |

Source : MESR-SIES (enquête R&D). L'état de l'Emploi scientifique en France, rapport 2023.

1.3.2.3. Les femmes dirigeantes de grandes entreprises françaises, principalement issues de filières scientifiques, restent peu nombreuses

Le dernier alinéa de l'article 1^{er} de la Constitution, dispose que « la loi favorise l'égal accès des femmes et des hommes [...] aux responsabilités professionnelles ». Depuis lors, de nombreuses lois ont été adoptées pour accroître la place des femmes parmi les postes à responsabilité dans les secteurs public et privé et pour résorber certaines inégalités de fait entre les femmes et les hommes.

Ainsi, les articles L. 1141-1 à L. 1146-3 du code du travail prévoient l'obligation de mettre en place un plan d'action en faveur de l'égalité professionnelle, la publication des écarts salariaux entre les femmes et les hommes ou encore une négociation obligatoire sur la rédaction de ces écarts. En outre, l'article L. 225-18-1 du code de commerce (issu de la « loi Copé-Zimmermann » du 27 janvier 2011¹⁵) instaure des quotas de sexes dans les conseils d'administration (CA) des grandes entreprises. En conséquence, les femmes sont représentées de manière presque égalitaire dans les conseils d'administration (CA) : avec 46 % de femmes dans les CA¹⁶, la France est en tête des pays développés (avec la Norvège et l'Italie) pour ce qui est de l'équilibre entre les sexes au sein de ces instances.

Au niveau des équipes de direction, cette proportion est en revanche nettement plus faible (27 %), ce qui s'explique pour partie par le fait qu'en France, les dirigeants des grandes entreprises sont principalement issus de grandes écoles d'ingénieurs (25 % issus de Polytechnique ou Centrale), et de grandes écoles de commerce (28 % provenant de HEC, ESCP, ESSEC), loin devant l'ENA (5 %) et l'Ecole normale supérieure (2 %)¹⁷. L'accès à de hauts postes à responsabilité dans les grandes entreprises françaises passe donc par un parcours de formation initiale fortement, voire très fortement mathématisé.

¹⁵ Codifiée à l'article L. 225-18-1 du code de commerce.

¹⁶ Baromètre *Equileap* ; *Gender Equality Report & Ranking* ; Edition 2024.

¹⁷ Etude PREPLY 2024 réalisée sur les 75 plus grandes entreprises françaises, par chiffres d'affaires.

A ce jour, les seules trois femmes directrices générales sur les 40 entreprises du CAC 40 ont d'ailleurs toutes un profil d'ingénieures issues de grandes écoles scientifiques : Catherine MacGregor, Directrice générale d'Engie, est ingénieure diplômée de l'École centrale Paris, Christel Heydemann chez Orange et Estelle Brachlianoff chez Veolia sont toutes deux ingénieures des ponts et chaussées et diplômées de l'école Polytechnique.

La loi n° 2021-1774 du 24 décembre 2021 visant à accélérer l'égalité économique et professionnelle (« loi Rixain ») a vocation à faire évoluer cet état de fait. Elle impose en effet des quotas dans les postes de direction des grandes entreprises, mais à horizon de moyen terme : au 1^{er} mars 2026, atteindre un objectif d'au moins 30 % de femmes et d'hommes cadres dirigeants et d'au moins 30 % de femmes et d'hommes membres d'instances dirigeantes ; puis ces objectifs sont portés à 40 % le 1^{er} mars 2029.

Pour cela toutefois, au regard des profils habituels des grands dirigeants français, l'accroissement du vivier des femmes ayant bénéficié d'une formation de haut niveau en matière scientifique devra s'accroître notablement.

Or, les représentants de l'industrie rencontrés par la mission craignent toutefois de ne pas pouvoir atteindre ces objectifs, du fait de la difficulté à recruter suffisamment de cadres en sortie d'écoles d'ingénieures ou de commerce. Cette inquiétude a été confirmée par une étude récente du BCG¹⁸ qui pointe que seulement 50 % des entreprises du CAC 40 et du SBF 120 sont prêtes pour atteindre les objectifs 2026 de la loi Rixain, notamment du fait du « manque de parité dans les filières scientifiques ».

2. La sous-représentation des femmes dans les filières STEM a des effets négatifs importants et croissants sur le développement économique de la France

2.1. À nombre de personnes formées en STEM fixées, la sous-représentation des femmes limite la croissance française de l'ordre de 10 Md€ de croissance manquante par an

2.1.1. Les barrières que rencontrent les femmes pour accéder aux filières STEM conduit à une perte de talents potentiels qui défavorise l'innovation

2.1.1.1. Les femmes sont moins représentées parmi les innovateurs et innovatrices

Le genre est donc une dimension importante des disparités relevées en termes d'accès aux carrières de l'innovation. Or, **les femmes sont globalement moins représentées parmi les innovatrices que les hommes.** Ainsi :

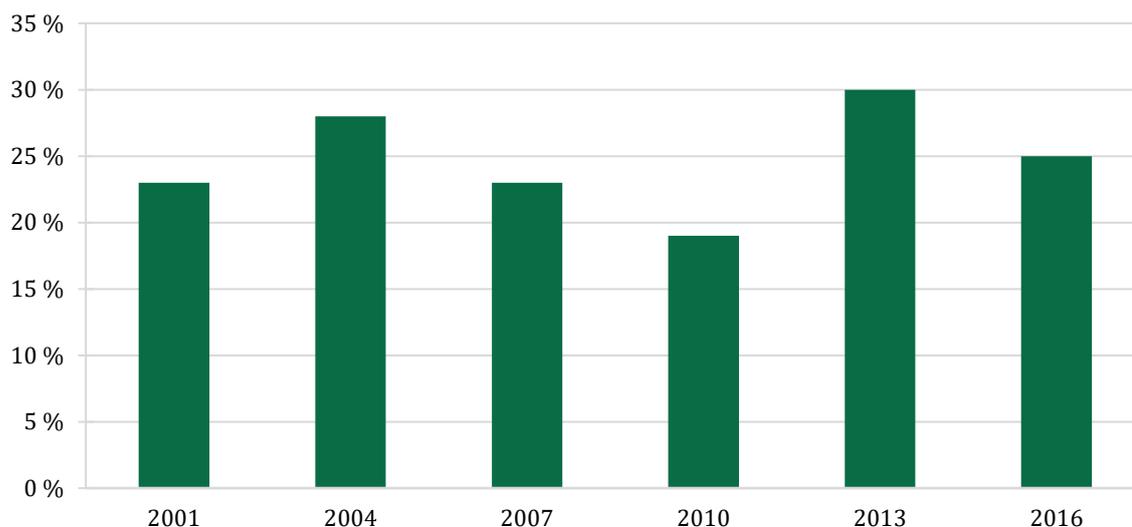
- ◆ **même si elle a progressé sur 30 ans, la part de femmes parmi les nouveaux ingénieurs formés reste structurellement basse** (inférieure à 30 %), et son évolution est fragile, comme le montrent la chute à 19 % en 2010 (*cf.* graphique 5) ou les 16 % de femmes parmi les admis à l'École polytechnique en 2024 (*cf.* annexe 1) ;
- ◆ **de la même façon, la part des femmes parmi les doctorants puis les docteurs des disciplines STEM reste basse**, de l'ordre de 20 à 30 % selon la discipline et les années depuis 2000 (*cf.* annexe 2) ;

¹⁸ BCG/SISTA : « quelle place pour les femmes à la direction des entreprises du CAC 40 et du SBF 120 », décembre 24.

Annexe 5

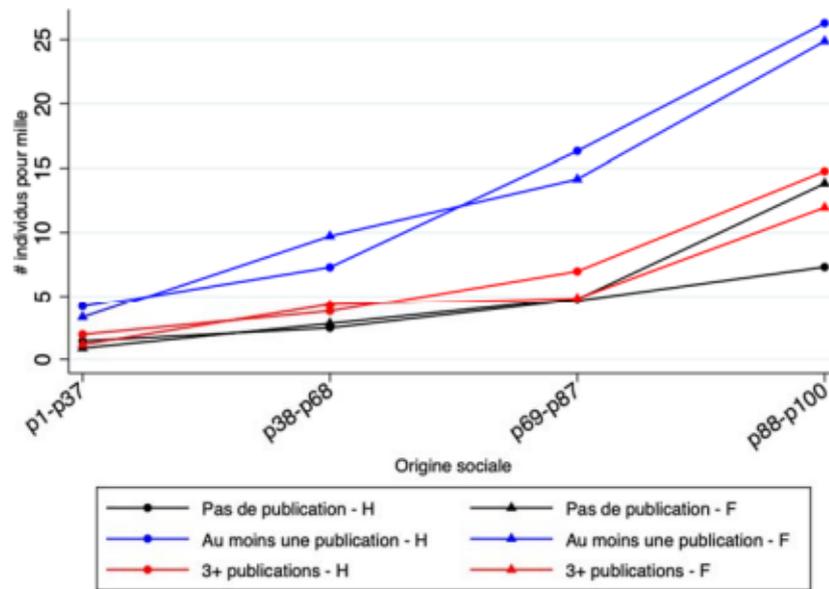
- ◆ **les femmes sont également sous-représentées parmi les publications d'articles scientifiques** : par exemple, le taux de docteurs ayant publié au moins un article dans une revue académique est inférieur à celui des hommes dans la même situation. Le Conseil d'analyse économique affine cette analyse en fonction de l'origine sociale et montre que l'écart concerne principalement les docteurs issues d'un milieu social favorisé et très favorisé, qui sont les plus susceptibles d'embrasser une carrière dans l'enseignement supérieur et la recherche (cf. graphique 6) ;
- ◆ **elles sont également sous-représentées parmi les créateurs et créatrices d'entreprises innovantes**. Ainsi, les femmes ne représentaient en 2023 que 24 % des lauréates et lauréats de concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes (cf. tableau 5). Ce résultat est par ailleurs principalement porté par une meilleure représentation des femmes dans les secteurs médicaux (35,3 %) et de la pharmacie et les biotechnologies (38,9 %) ;

Graphique 5 : Évolution de la part des femmes parmi les ingénieurs entre cohortes



Source : Enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ) et calculs des auteurs dans la note du CAE intitulée « Pour une stratégie nationale d'innovation par tous ».

Graphique 6 : Taux de publications dans des revues scientifiques des docteurs, selon l'origine sociale et le sexe



Source : CAE, « Pour une stratégie nationale d'innovation par tous », d'après enquête 2016 sur la génération 2013 (CÉREQ).

Notes de lecture : p1-p37, origine défavorisée (la qualification la plus élevée du père et de la mère est ouvrier ou employé, qualifié ou non) ; p38-p68, origine intermédiaire ; p69-p87, origine favorisée ; p88-p100, origine très favorisée. Parmi les docteurs et docteuses issus des catégories très favorisés, sur 1 000 femmes, 14 ont un doctorat mais aucune publication, 25 ont un doctorat et ont publié au moins trois articles ; 12 ont un doctorat et ont publié au moins trois articles.

Tableau 5 : Lauréates et lauréats du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes par domaine technologique en 2023

| | Femmes | Hommes | Part des femmes |
|---|-----------|-----------|-----------------|
| Chimie et environnement | 4 | 12 | 25,0 % |
| Électronique, traitement du signal et instrumentation | 2 | 9 | 18,2 % |
| Matériaux, mécanique et procédés industriels | 0 | 5 | 0,0 % |
| Numérique, technologies logicielles et communication | 0 | 12 | 0,0 % |
| Pharmacie et biotechnologies | 7 | 11 | 38,9 % |
| Technologies médicales | 6 | 11 | 35,3 % |
| Total | 19 | 60 | 24,1 % |

Source : Dossiers de presse, concours d'innovation i-Lab, juillet. SIES Vers l'égalité femmes-hommes ? Chiffres clefs.

Enfin, entre 2019 et 2023 seule une faible part des inventeurs étaient des femmes.

Les analyses ci-dessous sont fondées sur des données communiquées par l'institut national de la propriété intellectuelle (INPI). Les calculs sont réalisés selon la méthodologie suivante :

- seuls sont pris en compte les inventeurs ayant déclaré une adresse en France ;
- lorsqu'un brevet comporte plusieurs inventeurs, ceux-ci comptent chacun pour une fraction égale. Par exemple, un brevet inventé par un homme résidant en France, une femme résidant en France et deux hommes résidant à l'étranger sera considéré comme inventé par 0,25 homme et 0,25 femme ;
- la date prise en compte est la date de dépôt¹⁹ ;

¹⁹ Certains brevets déposés en 2022 ou 2023 mais non encore publiés à la date de l'extraction ne comportent pas l'ensemble des métadonnées nécessaires à la réalisation des calculs. Aussi, les brevets déposés pour lesquels certaines informations sont manquantes pour réaliser les calculs ne sont pas pris en compte. Pour chaque analyse, un test de robustesse a été réalisé en se restreignant aux brevets effectivement publiés ; les résultats sont similaires.

Annexe 5

- 64 287 brevets sont pris en compte pour la période 2019-2023. Pour les analyses portant sur les domaines technologiques, l'analyse est restreinte aux 51 699 brevets déposés entre 2019 et 2022, du fait du trop haut nombre de données manquantes pour les brevets déposés en 2023 (dont la publication n'est pas forcément encore intervenue à la date de l'extraction).

Ces données montrent qu'entre 2019 et 2023, environ 11 % des inventeurs sont des femmes (cf. tableau 6). La proportion est stable selon les années, et elle est identique pour les brevets déposés par des personnes physiques (c'est-à-dire par les inventeurs eux-mêmes) et par des personnes morales (c'est-à-dire des entreprises ou des administrations qui les emploient).

Ainsi, peu d'inventions sont le fait de femmes seules ou d'équipes exclusivement féminines. 75 % à 80 % des brevets déposés ont des inventeurs exclusivement masculins, et seuls 4 % des brevets ont des inventrices exclusivement féminines. 17 à 18 % des brevets sont inventés par une équipe comportant au moins un homme et une femme.

Tableau 6 : Représentation des femmes parmi les inventeurs de brevets entre 2019 et 2023

| Année | Part de femmes parmi les inventeurs | Part de brevets inventés par | | |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| | | Femmes uniquement | Femmes et hommes | Hommes uniquement |
| 2019 | 10,5 % | 3,5 % | 17,4 % | 79,0 % |
| 2020 | 10,5 % | 3,9 % | 16,6 % | 79,5 % |
| 2021 | 10,9 % | 3,9 % | 17,8 % | 78,3 % |
| 2022 | 11,3 % | 3,8 % | 18,7 % | 77,5 % |
| 2023 | 10,4 % | 3,6 % | 17,3 % | 79,0 % |
| Ensemble | 10,7 % | 3,7 % | 17,6 % | 78,7 % |

Source : Institut national de la propriété intellectuelle.

Ces chiffres masquent une disparité importante entre les domaines technologiques concernés. Ainsi, les femmes représentent entre 47,2 % des inventrices de brevets en chimie fine organique entre 2019 et 2022, mais seulement 3,4 % des inventrices de brevets portant sur des éléments mécaniques (cf. tableau 7). Sur la période, seuls deux brevets portant sur des techniques de communication de base, trois brevets portant sur les technologies des microstructures et nanotechnologies, et neuf brevets portant sur des machines-outils ont pour inventeurs français des femmes uniquement.

Tableau 7 : Proportion de femmes parmi les inventeurs de brevets selon le domaine technologique (ensemble des brevets déposés entre 2019 et 2022)

| Champ | Nombre | Proportion de femmes parmi les inventeurs | Part de brevets déposés uniquement par des femmes |
|---|---------------|---|---|
| Électrotechnique, dont : | 11 055 | 8,7 % | 2,0 % |
| <i>Machines, appareils et énergie électriques</i> | 4 028 | 6,7 % | 1,2 % |
| <i>Techniques audiovisuelles</i> | 664 | 5,3 % | 2,0 % |
| <i>Télécommunications</i> | 604 | 8,8 % | 1,9 % |
| <i>Communication numérique</i> | 1 181 | 7,3 % | 1,4 % |
| <i>Techniques de communication de base</i> | 204 | 5,7 % | 1,1 % |
| <i>Informatique</i> | 2 630 | 10,2 % | 2,5 % |
| <i>Méthodes de traitement des données à des fins de gestion</i> | 489 | 14,6 % | 7,1 % |
| <i>Semiconducteurs</i> | 1 255 | 13,2 % | 2,2 % |

Annexe 5

| Champ | Nombre | Proportion de femmes parmi les inventeurs | Part de brevets déposés uniquement par des femmes |
|---|---------------|---|---|
| Instruments, dont : | 6 464 | 10,4 % | 3,2 % |
| <i>Optique</i> | 644 | 9,1 % | 2,0 % |
| <i>Techniques de mesure</i> | 2 885 | 7,9 % | 1,5 % |
| <i>Analyse de matériels biologiques</i> | 219 | 21,8 % | 5,0 % |
| <i>Dispositifs de commande</i> | 795 | 9,3 % | 3,0 % |
| <i>Technologie médicale</i> | 1 922 | 13,6 % | 5,9 % |
| Chimie, dont : | 7 604 | 26,5 % | 9,7 % |
| <i>Chimie fine organique</i> | 1 550 | 47,2 % | 24,8 % |
| <i>Biotechnologie</i> | 351 | 32,4 % | 7,0 % |
| <i>Produits pharmaceutiques</i> | 542 | 38,0 % | 14,9 % |
| <i>Chimie macromoléculaire, polymères</i> | 593 | 25,1 % | 5,5 % |
| <i>Chimie alimentaire</i> | 312 | 29,0 % | 12,4 % |
| <i>Chimie de base</i> | 682 | 26,1 % | 6,6 % |
| <i>Matériaux, métallurgie</i> | 815 | 19,2 % | 3,7 % |
| <i>Technique de surface, revêtement</i> | 628 | 16,8 % | 4,8 % |
| <i>Technologie des microstructures, nanotechnologie</i> | 101 | 15,2 % | 2,7 % |
| <i>Génie chimique</i> | 1 219 | 14,5 % | 4,1 % |
| <i>Écotechnologie</i> | 810 | 11,0 % | 2,5 % |
| Mécanique, dont : | 19 330 | 5,8 % | 1,3 % |
| <i>Manutention</i> | 1 817 | 5,1 % | 1,7 % |
| <i>Machines-outils</i> | 843 | 5,4 % | 1,0 % |
| <i>Moteurs, pompes, turbines</i> | 2 894 | 5,3 % | 0,6 % |
| <i>Machines à fabriquer du papier et des textiles</i> | 300 | 14,9 % | 6,7 % |
| <i>Autres machines spéciales</i> | 2 223 | 8,5 % | 2,4 % |
| <i>Procédés et appareils thermiques</i> | 1 065 | 6,9 % | 1,2 % |
| <i>Éléments mécaniques</i> | 2 153 | 3,4 % | 0,8 % |
| <i>Transport</i> | 8 035 | 5,5 % | 1,2 % |
| Autres domaines, dont : | 5 070 | 10,7 % | 6,5 % |
| <i>Mobilier, jeux</i> | 1 207 | 10,6 % | 6,1 % |
| <i>Autres biens de consommation</i> | 1 603 | 19,0 % | 12,6 % |
| <i>Génie civil</i> | 2 260 | 4,9 % | 2,3 % |

Source : Institut national de la propriété intellectuelle. *Note de lecture* : 11 055 brevets ont été déposés en électrotechnique entre 2019 et 2021, dont 1,9 % ont pour inventrices des femmes uniquement. 8,7 % des inventrices de ces brevets sont des femmes.

2.1.1.2. Les barrières que rencontrent les femmes pour accéder aux métiers STEM conduisent à écarter des innovatrices potentielles

Comme exposé ci-dessus, il existe en France un large vivier d'individus qui ont les aptitudes pour se tourner vers les carrières de la science, de l'innovation et de l'entrepreneuriat, et qui pourraient ainsi contribuer à la croissance économique, mais ne le font pas du fait d'un manque d'information et de sensibilisation à ces métiers, lié au milieu dans lequel ils ont passé leur enfance (famille, territoires), ou à leur genre²⁰. Certaines des femmes non présentes dans les filières STEM, si elles avaient été formées aux sciences, auraient pu être des innovatrices potentielles.

²⁰ Pour une stratégie nationale d'innovation par tous ; Focus du CAE de septembre 2022 ; Josh Feng, Xavier Jaravel et Éléonore Richard.

Or, l'effet économique d'une hausse du nombre et de la part des innovatrices potentielles, même s'il ne porte que sur une population limitée, serait élevé²¹, pour deux raisons :

- ◆ d'abord parce que certaines d'entre elles sont aujourd'hui remplacées par des hommes moins performants en matière d'innovation, et donc moins productifs, ce qui réduit les rendements économiques escomptés²² ;
- ◆ ensuite parce, qu'il existe parmi elles de nombreuses « Marie Curie perdues »²³ – des individus qui auraient eu des inventions à fort impact s'ils avaient été exposés à l'innovation dans leur enfance – en particulier parmi les femmes, les minorités et les enfants issus de familles à faible revenu. En effet, la croissance économique dépend d'un petit nombre d'innovateurs (< 1 % de la population) et le fait d'attirer ces « innovatrices à haut potentiel », auparavant non exposées à ces carrières, pourrait avoir un impact fort sur le taux de croissance économique²⁴.

2.1.2. Du fait du déficit d'innovation et de la baisse de productivité qu'elle induit, la faible proportion de femmes formées aux STEM a un impact mesurable sur le PIB français, compris entre 5 et 15 Mds€ selon le niveau d'ambition avancé

La littérature économique établit une corrélation forte^{25, 26} entre niveau général de la population en mathématiques et sciences d'une part, et croissance d'autre part, dans une économie portée depuis plusieurs décennies par l'innovation scientifique et technique. Ce constat macro-économique est confirmé par des études menées à l'échelle locale : par exemple, Nimier-David (2023)²⁷ montrent que la politique de massification de l'enseignement supérieur dans les années 1990 a eu pour effet une croissance de l'emploi local, de la qualité de l'emploi et des rémunérations des employés dans les villes concernées, expliquée par le développement d'entreprises plus innovantes.

Le lien positif mis en évidence entre les compétences en mathématiques et la productivité du travail a ainsi permis aux chercheurs français de fournir des ordres de grandeur réalistes d'une amélioration des compétences des français en mathématiques sur le PIB. Le CAE²⁸ a notamment modélisé l'effet économique que pourrait avoir une meilleure politique d'accès des femmes aux filières scientifiques à tous les niveaux, se traduisant par une hausse de la part des femmes parmi les innovatrices, actuellement représentant 12% de l'ensemble des innovateurs. Selon le modèle du CAE (cf. tableau 8) :

²¹ *Who Becomes an inventor in America ? The importance of exposure to innovation* – Bell et al. 2019.

²² Sur une thématique similaire, Hsieh et al. (2019) montrent qu'aux États-Unis, la réduction des barrières dans l'accès aux emplois rencontrées par les personnes noires et la meilleure allocation des talents qui a suivi expliquent 20 à 40 % de la hausse du PIB par habitant entre 1960 et 2010.

²³ Voir en ce sens l'ouvrage de de Xavier Jaravel, intitulé « Marie Curie habite dans le Morbihan » ; éditions Le Seuil, novembre 2023.

²⁴ Le même raisonnement est transposable à la sous-représentation des enfants de catégories sociales les moins favorisées parmi les étudiants des filières STEMet parmi les innovateurs.

²⁵ Raphaël Martin, Thomas Renault et Baptiste Roux (CAE), « baisse de la productivité en France : échec en "maths" ? », *focus* n° 091-2022, septembre 2022.

²⁶ OCDE, *The High Cost of Low Educational Performance : The Long-run Economic Impact of Improving PISA Outcomes*.

²⁷ Elio Nimier-David, 2023, *Local Human Capital and Firm Creation, Evidence from the Massification of Higher Education in France* (en préparation).

²⁸ Pour une stratégie nationale d'innovation par tous ; Focus du CAE de septembre 2022 ; Josh Feng, Xavier Jaravel et Éléonore Richard.

Annexe 5

- ◆ une politique conduisant à une augmentation de 30 % de la part des femmes parmi les innovateurs, permettant de passer de 12 % à 15 % de femmes, ciblée sur les femmes à haut potentiel, entraînerait une hausse du taux de croissance de la productivité du travail de 0,10 à 0,20 point de pourcentage ((entre 1,01 et 1,07) – 0,90, soit environ 0,17 point) à l'état stationnaire²⁹, soit environ **5 milliards d'euros de croissance supplémentaire** par an pour l'économie française ;
- ◆ **en éliminant toutes barrières à l'entrée pour les femmes de façon à atteindre 50 % parmi les innovateurs, la croissance à l'état stationnaire augmenterait de 0,64 point** (1,54 – 0,90), soit plus de 15 Md€ de croissance supplémentaire par an³⁰.

L'effet de telles politiques favorisant l'accès des femmes les plus talentueuses aux métiers de l'innovation est donc modélisé comme très fort. S'agissant du premier scénario (passage de 12 % à 15 %), l'efficacité de la mesure découle de l'hypothèse selon laquelle les nouvelles innovatrices sont principalement des femmes à très haut potentiel qui ne sont aujourd'hui pas orientées vers ces filières. Ces analyses justifient donc une politique d'orientation particulièrement proactive, s'adressant en particulier aux jeunes filles les plus prometteuses.

Tableau 8 : Calibration des effets de politiques d'« innovation par tous » sur la croissance

| Politique publique simulée | Part des femmes parmi les innovateurs | Taux de croissance annuel de la productivité |
|--|---------------------------------------|--|
| <i>Statu quo</i> | 12 % | 0,90 % |
| 30 % de hausse du nombre d'innovatrices parmi les femmes du top 0,1 % | 15 % | 1,01 % |
| 30 % de hausse du nombre d'innovatrices parmi les femmes du top 0,05 % | 15 % | 1,07 % |
| Sensibilisation complète de toutes les femmes | 50 % | 1,54 % |

Source : Pour une stratégie nationale d'innovation par tous ; Focus du CAE de septembre 2022, n° 089-2022 ; calcul des auteurs.

2.1.3. Un *sex ratio* fortement déséquilibré dans une entreprise réduit également la productivité

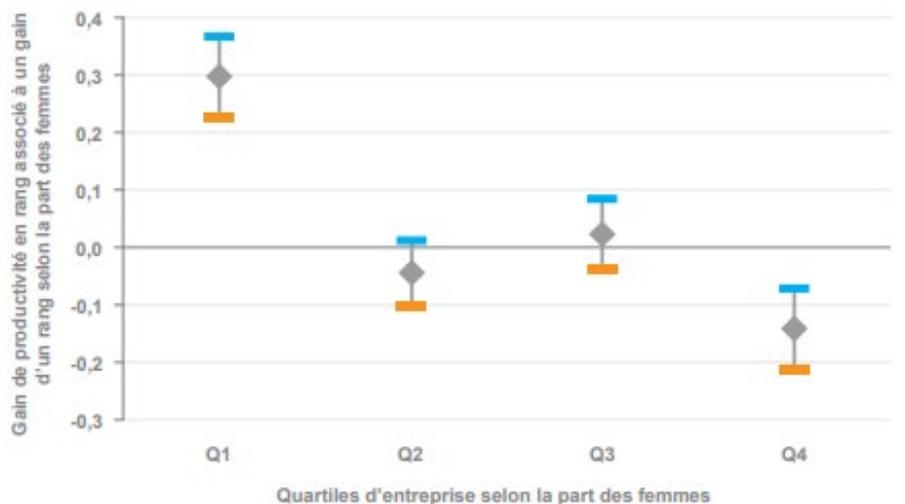
En complément de cette amélioration de la productivité par l'innovation, des travaux récents de France Stratégie³¹ ont montré que **les entreprises qui ont une répartition de l'emploi équilibrée entre les sexes apparaissent comme plus productives, quelle que soit l'approche théorique retenue** (l'étude présente trois approches). Le graphique 7 ci-dessous montre ainsi un lien fort et de sens opposé entre accroissement de la part des femmes et productivité au sein du premier et du dernier quartile (dans les entreprises avec un faible taux de femmes (Q1), l'augmentation de cette part améliore la productivité ; dans les entreprises avec un fort taux de femmes (Q4), l'augmentation de cette part la détériore).

²⁹ Économie d'un pays dont le stock de capital physique et la taille de la population sont constants, et qui ne croît pas avec le temps.

³⁰ Calcul effectué sur le PIB en volume de l'année 2023, soit 2 370,5 Mds€. Source : site economie.gouv.fr, consulté le 21 novembre 2024.

³¹ Explorer les liens entre mixité et productivité dans les entreprises ; France Stratégie : L. Challe, F. Gilles, Y. L'Horty, F. Mihoubi, C. Gilles et A. Trannoy ; juin 2021.

Graphique 7 : Lien entre classement selon la part des femmes et classement selon la productivité du travail



Source : Explorer les liens entre mixité et productivité dans les entreprises ; France Stratégie, juin 2021.

Champ : Échantillon de 56 620 entreprises pérennes sur la période 2009-2015 employant 20 salariés et plus et issues des secteurs privés, à l'exclusion des secteurs agricole et financier.

Lecture : Pour toute entreprise située dans le premier quartile quant à l'importance de la proportion de femmes employées, un gain de 0,3 place dans le classement des entreprises en termes de productivité est associé à tout accroissement d'un rang de la part des femmes.

Dans cette même étude, et selon une autre approche (dite « approche par la diversité³² »), on constate qu'une plus grande mixité selon le sexe dans les effectifs va de pair avec une productivité accrue de l'entreprise : en moyenne, **pour les entreprises en dessous de la norme en termes de part de femmes dans leurs effectifs, une hausse de 10 points de la part des femmes est associée à un niveau de productivité supérieur de l'ordre de 2 % à 3 %³³.**

De manière concordante, une étude récente de BlackRock portant sur les entreprises constituant l'indice MSCI World³⁴ a montré que les entreprises ayant des effectifs diversifiés en termes de genre ont surpassé leurs pairs les moins équilibrés jusqu'à 2 points de pourcentage (en termes de retour sur actifs) par an entre 2013 et 2022. Cette surperformance s'est avérée vraie au sein de tous les pays et les secteurs analysés et a été particulièrement marquée pour les entreprises où la parité des sexes était la plus élevée dans les emplois générant des revenus, comme l'ingénierie et les postes les mieux rémunérés.

³² L'approche dite « par la diversité » consiste à apprécier les écarts de productivité selon l'écart des parts de femmes, de seniors ou des jeunes de chaque entreprise à une norme définie soit comme la proportion moyenne (ou médiane) au sein du secteur, soit comme la proportion moyenne (ou médiane) au sein de l'ensemble de la population active lorsque l'analyse est réalisée au niveau agrégé. On parle d'une « approche linéaire » dans le sens où l'analyse suppose que l'effet potentiel de la mixité sur la productivité est proportionnel à la distance à la norme.

³³ A l'inverse, au-dessus de la norme, réduire de 10 points la part des femmes est associé à une hausse de 2 % à 4 % de la productivité selon les périodes analysées. C'est donc bien la mixité, et pas la part élevée des femmes, qui améliore la productivité. Ni la sous-représentation, ni la sur-représentation des femmes - ou des hommes - ne sont optimales.

³⁴ *Lifting financial performance by investing in women* ; BlackRock ; novembre 2023.

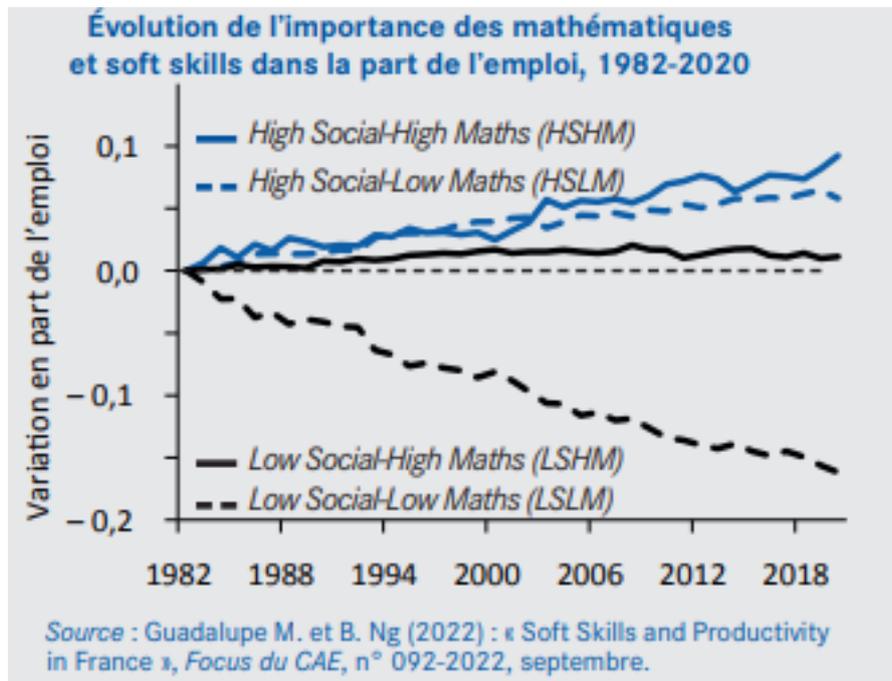
2.2. L'augmentation attendue des besoins en scientifiques sur le marché du travail à horizon 2030 offre l'opportunité d'accroître la part des femmes dans la filière STEM sans réduire les effectifs masculins

2.2.1. La part des professions à forte dimension mathématique a augmenté au cours des quatre dernières décennies

Pour analyser l'évolution de l'importance des différentes compétences entre 1982 et 2020, le Conseil d'analyse économique (CAE) a classé les différentes professions en quatre catégories de tâches mutuellement exclusives : « *High Social-High Math* » (HSHM), « *High Social-Low Math* » (HSLM), « *Low Social-High Math* » (LSHM) et « *Low Social-Low Math* » (LSLM), selon qu'elles se situent au-dessus ou au-dessous du percentile médian pour l'intensité des tâches liées aux compétences mathématiques et sociales (qui font partie des compétences socio-comportementales).

L'analyse tendancielle du CAE montre que la répartition de l'emploi entre les quatre catégories de tâches professionnelles a évolué au fil du temps, **avec une augmentation des professions nécessitant des compétences mathématiques et socio-comportementales** (cf. graphique 8). Ainsi, en France, entre 1982 et 2020, les professions « HSHM » ont augmenté de 9,2 points de pourcentage, notamment les directeurs de production et d'exploitation les ingénieurs, les professionnels de l'informatique, les travailleurs de la santé et les enseignants.

Graphique 8 : Évolution de l'importance des mathématiques et *soft skills* dans la part de l'emploi, 1982-2020



Source : Cap sur le capital humain pour renouer avec la croissance de la productivité ; Conseil d'analyse économique (CAE), n° 75 ; Septembre 2022.

Or, comme l'expose une note récente du Conseil d'analyse économique (CAE)³⁵, le lien entre capital humain et productivité a fait l'objet de nombreux travaux en économie mettant en lumière la relation étroite qui unit les deux concepts (Lucas, 1988 ; Mankiw et al., 1992). En France, le ralentissement des gains de productivité observé depuis plusieurs décennies serait ainsi, selon un récent rapport de France Stratégie (Aussilloux et al., 2020), principalement expliqué par la composante du capital humain.

Le conseil d'analyse économique (CAE) a ainsi modélisé en 2022 dans la note précitée³⁶ qu'une augmentation d'un écart-type des scores PISA en mathématiques (environ 50 points) se traduirait par une augmentation de la croissance du PIB par tête allant de 1,1 à 1,7 point de pourcentage.

Selon une autre note concomitante du CAE³⁷, la réduction d'un cinquième de l'écart entre la France et les meilleurs pays du classement correspondrait ainsi à une hausse de la croissance de 0,20 point de pourcentage chaque année à long terme. **Sur quinze ans, ce surcroît de croissance serait donc très important : il conduirait à une hausse de PIB d'environ 3 %, soit environ 75 milliards en euros constants de 2019.**

2.2.2. Les projections réalisées sur les besoins en compétences sur le marché du travail français montrent que cette tendance va encore s'accroître à horizon de court et moyen terme

L'étude de l'impact des mathématiques en France produite par le CNRS à l'occasion des assises des mathématiques³⁸ rappelle que plusieurs études fournissent des projections sur l'offre et la demande de compétences du marché du travail européen et français.

Ces études **permettent de conclure de manière convergente que les besoins en compétences issues des formations STEM s'accroissent et vont continuer à s'accroître à moyen terme :**

- ◆ l'étude du centre européen pour le développement de la formation professionnelle (CEDEFOP) « *2020 Skills Forecast* » en France estime une tendance à l'horizon 2030 :
 - la part des personnes possédant des qualifications de haut niveau en France devrait augmenter d'ici à 2030 pour atteindre 47 %, devenant ainsi le groupe le plus important ;
 - en leur sein, les professions intellectuelles et scientifiques (y compris les professionnels des sciences et de l'ingénierie) sont la seule profession qui devrait connaître un nombre élevé d'ouvertures de postes (3 millions) et de créations d'emplois (500 000) .
- ◆ l'étude prospective de France Stratégie et de la direction de l'animation de la recherche et des études statistiques (DARES) du ministère du travail sur les métiers en 2030, *Quels Métiers en 2030 ?*, actualisée en janvier 2023³⁹ détaille plus précisément la croissance escomptée sur la période 2019-2030 concernant les emplois en entreprises nécessitant une formation scientifique. Notamment (cf. tableau 9) :
 - les emplois d'ingénieurs informatiques croitraient de 115 000 postes (+26,3 %) de 2019 à 2030, soit 12 % de la croissance des emplois entre 2019 et 2030 ;

³⁵ Baisse de la productivité en France : échec en « maths » ? CAE ; Raphaël Martin, Thomas Renault et Baptiste Roux ; septembre 2022.

³⁶ *Ibid.*

³⁷ Cap sur le capital humain pour renouer avec la croissance de la productivité ; CAE, n° 75 ; Maria Guadalupea, Xavier Jaravel, Thomas Philippon et David Sraer ; septembre 2022.

³⁸ Étude de l'impact économique des mathématiques en France ; CNRS ; 13 septembre 2022.

³⁹ Les Métiers en 2030 – Le rapport national ; 10 mars 2022.

Annexe 5

- les emplois d'ingénieurs et cadres techniques de l'industrie augmenteraient de 75 000 postes (+24,0 %), soit 8 % de la croissance des emplois entre 2019 et 2030. L'étude note que ces emplois ne seraient pas tous pourvus par l'arrivée de jeunes ingénieurs débutants (19 000 emplois seraient non pourvus en 2030) ;
- les emplois de personnels d'études et de recherche devraient également augmenter à hauteur de 50 000 postes (+13,4 %), soit 5 % de la croissance des emplois entre 2019 et 2030.

Tableau 9 : Nombre de créations d'emplois attendues dans des filières scientifiques entre 2019 et 2030, en valeur absolue et en pourcentage

| | Effectifs supplémentaires | Croissance (en %) |
|--|---------------------------|-------------------|
| Personnels d'études et de recherche | 52 444 | 13,4 % |
| Ingénieurs et cadres techniques de l'industrie | 75 249 | 24,0 % |
| Ingénieurs de l'informatique | 115 058 | 26,3 % |

Source : Projections France Stratégie/Dares, à partir des enquêtes Emploi (Insee). Champ : France métropolitaine. Sélection des métiers STEM par la mission. *Lecture* : en 2030, il y aurait 115 000 postes d'ingénieurs de l'informatique en plus, soit une hausse de 26 % par rapport à 2019.

Les métiers pour lesquels les plus forts besoins de recrutement sont anticipés verraient ces besoins en partie pourvus par des jeunes débutants, mais dans des proportions différentes selon les métiers (cf. encadré 2). Par exemple, chez les enseignants, les ingénieurs et cadres techniques de l'industrie ainsi que les ingénieurs de l'informatique, les jeunes débutants combleraient plus des trois quarts des besoins de recrutement.

Encadré 2 : Des créations d'emploi attendues aux déséquilibres potentiels anticipés

Si on confronte les besoins de recrutement des employeurs entre 2019 et 2030 avec le vivier de jeunes débutants entrant sur le marché du travail et répartis par métiers, on peut mettre en évidence, pour chaque métier, les déséquilibres entre l'offre et la demande de travail.

Ces déséquilibres sont qualifiés de « potentiels » : d'abord parce qu'ils sont contingents aux hypothèses de prolongation des tendances passées en matière d'orientation des débutants, ensuite **parce qu'ils peuvent se trouver modifiés par les décisions individuelles comme par les politiques publiques**. Par exemple, si un métier voit ses besoins de recrutement augmenter fortement, les jeunes peuvent être plus nombreux à choisir des formations adaptées pour s'engager dans cette voie. Ces déséquilibres sont en outre partiels, au sens où ils seront comblés – ou aggravés –, au moins en partie, d'un côté par les actifs en emploi qui se reconvertissent ou changent de qualification, de l'autre par le retour en emploi de chômeurs, d'inactifs ou l'arrivée d'immigrés.

Source : Les métiers en 2030. France Stratégie, mars 2022, page 113.

Il resterait toutefois un déséquilibre potentiel de 35 000 ingénieurs informatiques et 19 000 ingénieurs et cadres techniques de l'industrie à horizon 2030 (cf. tableau 10). **Les créations d'emplois seraient par ailleurs plus fortes dans l'hypothèse d'un scénario bas carbone en raison des besoins en innovations technologiques**, notamment pour les emplois de personnels d'études et de recherche (10 000 emplois supplémentaires par rapport au scénario de référence), ce qui comblerait les deux tiers (10 000 sur 16 000) de l'excédent anticipé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Les principaux métiers des STEM selon leur niveau de tensions en 2019 et leur déséquilibre potentiel en 2030

| Année de référence | Libellé familles Professionnelles (niveau 87) | Emploi moyen (2017-2019) | % déséquilibre | Déséquilibres potentiels en 2030 |
|--------------------|--|--------------------------|----------------|----------------------------------|
| 2019 | Ingénieurs de l'informatique | 437 000 | 8,0 % | 35 000 |
| 2019 | Ingénieurs et cadres techniques de l'industrie | 314 000 | 6,0 % | 19 000 |
| 2019 | Personnels d'études et de recherche | 392 000 | -4,1 % | -16 000 |
| Total | | 1 143 000 | 3,3 % | 38 000 |

Source : Projections France Stratégie/Dares, à partir des enquêtes Emploi (Insee). Champ : France métropolitaine. Sélection des métiers STEM par la mission. Lecture : en 2030, il manquerait en France 35 000 ingénieurs de l'informatique, soit un déséquilibre de 8,0 % par rapport au niveau moyen de l'emploi sur la période 2017-2019.

Au final, dans ce scénario bas carbone, c'est au moins 50 000 emplois supplémentaires⁴⁰ d'ingénieurs, chercheurs et cadres techniques formés aux mathématiques qui sont attendus entre 2019 et 2030. Les métiers de l'industrie et des services numériques sont particulièrement concernés par ces besoins en croissance.

Dans ce contexte, orienter davantage les filles vers l'enseignement scientifique et l'ingénierie fait partie des leviers identifiés pour répondre à l'objectif d'augmentation du vivier⁴¹. Le Gouvernement a, pour cette raison, défini en 2023 un objectif de formation de 5 000 ingénieurs supplémentaires chaque année d'ici 2030 (+10 %)⁴². Un objectif est en particulier donné aux écoles formant l'institut Mines-Télécom (IMT), sous tutelle des ministères économiques et financiers (cf. encadré 3).

L'objectif de +5 000 ingénieurs par an affiché dans le dossier de presse de la loi Industrie verte est toutefois une fourchette basse. Le CDEFI parle pour sa part de « +5 000 à +10 000 »⁴³ ; le document gouvernemental intitulé « France Ingénierie 2030 » avance un chiffre de « 60 000 à l'horizon 2030 » (page 9⁴⁴), ce qui signifie une augmentation de 15 000 par rapport à la situation actuelle ; Syntec-Ingénierie annonce enfin +20 000 ingénieurs à former par an⁴⁵.

Sans qu'il soit possible de chiffrer précisément ce besoin, **une estimation de l'ordre de 15 000 ingénieurs supplémentaires à horizon 2033 semble donc raisonnable**. Dans ce contexte de croissance marquée des besoins en ressources, sur ces 15 000 ingénieurs, **il y a une opportunité d'accroître la part des femmes dans la filière STEM sans pour autant réduire les effectifs masculins**.

⁴⁰ 54 000, soit un ordre de grandeur comparable, selon le dossier de presse du projet de loi Industrie verte, page 46.

⁴¹ Dossier de presse du projet de loi « industrie verte », mai 2023.

⁴² Communiqué de presse du conseil des ministres du 16 mai 2023.

⁴³ <http://www.cdefi.fr/fr/actualites/projet-de-loi-industrie-verte-des-ambitions-partagees-mais-un-soutien-important-attendu>.

⁴⁴

<https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/08/c602e4c7b75aabcb6e2fc9e4da2de8f6d48218f.pdf>

⁴⁵ https://www.bfmtv.com/economie/il-y-a-de-moins-en-moins-d-etudiants-dans-les-ecoles-d-ingenieurs-pourquoi-c-est-inquietant_AV-202409130592.html

Encadré 3 : Mesure 14 de la loi Industrie verte : « Former plus d'ingénieurs et de techniciens en France »

- **Un engagement** : « 50 000 ingénieurs seront diplômés par an d'ici la fin du quinquennat. »
- **Un problème** : 54 000, c'est le déficit d'ingénieurs dans le champ de l'industrie et l'informatique à l'horizon 2030. Ces projections en besoin de main d'œuvre disponibles confrontent les créations nettes d'emploi, les départs en retraite et les entrées de jeunes diplômés sur le marché du travail
- **Des solutions** :
 - Hausse de 22 % des places en écoles des Mines-Télécom, à horizon 2027
Pour répondre aux besoins de l'industrie verte, les écoles d'ingénieurs sous tutelle de Bercy, l'institut Mines-Télécom et Mines Paris vont renforcer leurs formations autour des enjeux de la décarbonation, de l'énergie et de l'économie circulaire et augmenter fortement leur nombre d'élèves formés chaque année, avec 2 300 élèves supplémentaires à l'horizon 2027.
 - **Féminisation des effectifs en écoles des Mines-Télécom**
Les écoles des Mines-Télécom s'engagent à ce que 28 % de leurs étudiants soient des femmes d'ici 2030, contre 20 % actuellement⁴⁶.
 - Ouverture de places supplémentaires dans les IUT, licences professionnelles, formations en master et doctorats scientifiques
Les besoins de compétences de l'industrie verte dépassent les besoins d'ingénieurs : il s'agira de développer et proposer de nouvelles offres de formation en lien avec les besoins des entreprises en termes de transition écologique et de décarbonation de l'industrie. L'État investit ainsi 2,5 milliards d'euros de France 2030 sur le capital humain pour atteindre cette ambition et former 1 million de diplômés d'ici 2030
 - Mobilisation de France 2030
A l'occasion du plan Industrie verte, le deuxième volet de l'Appel à manifestation d'intérêt du volet Compétence et métier d'avenir de France 2030 sera lancé pour un financement total de 700M€

Source : Dossier de presse de mai 2023.

3. En dépit d'une amélioration continue, la sous-représentation des femmes dans les filières éducatives des STEM reste insuffisamment prise en compte dans les documents budgétaires

3.1. Le thème de l'égalité femmes-hommes progresse dans les principaux documents budgétaires des ministères de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur et de la recherche

Le code de l'éducation⁴⁷ énonce que la transmission de la valeur d'égalité entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes, se fait dès l'école primaire. Le bilan des actions menées pour l'égalité filles-garçons est présenté en annexe 6 et on peut notamment citer :

- ◆ les établissements sont invités à nommer un référent égalité et à mener des actions de sensibilisation et de formation dédiées ;

⁴⁶ Cet engagement a été rehaussé dans le contrat d'objectifs et de performance (COP) 2023-2027 conclu entre le Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique et l'Institut Mines-Télécom à 30 % à horizon 2027, 35 % en 2030.

⁴⁷ Articles L. 121-1 et L. 321-3 du code de l'éducation.

Annexe 5

- ◆ les écoles, collèges et lycées sont également incités à nouer des partenariats, notamment avec des acteurs du monde économique, professionnel ou du secteur associatif, pour développer des projets éducatifs autour de l'égalité. La mission a par exemple pu constater qu'une dynamique volontariste a été initiée en ce sens avec les acteurs économiques des académies visitées par la mission (cf. fiche-action n°4) ;
- ◆ s'agissant de l'insuffisante mixité dans certaines filières du secondaire et du supérieur, le ministère a développé l'initiative « campus des métiers et des qualifications »⁴⁸ qui se déploie actuellement et complète l'accompagnement à l'orientation au collège, à travers les 36 heures dédiées en classe et les 54 heures annuelles dédiées au lycée.

Même si l'information progresse chaque année, l'éducation nationale valorise encore modérément aujourd'hui ces actions dans ses documents budgétaires⁴⁹ ou dans le document de politique transversale (DPT) relatif à l'égalité annexé au projet de loi finances annuel :

- ◆ au niveau de l'enseignement du premier degré, alors même que les stéréotypes se confortent pendant cette période, aucune action spécifique n'est mise en œuvre ou visible au travers des documents budgétaires ;
- ◆ s'agissant de l'enseignement de second degré, certains enjeux d'égalité sont clairement identifiés, comme les moindres performances des filles ou des garçons dans certaines matières (les mathématiques pour les filles, les matières littéraires pour les garçons), avec des objectifs adossés⁵⁰ mais la mise en œuvre d'actions spécifiques a été très parcellaire.

Le document de politique transversale annexé au projet de loi de finances pour 2025 est en revanche plus détaillé concernant les actions du MESR, notamment les actions du Plan interministériel Toutes et Tous égaux (2023-2027) en faveur de la mixité des filières, avec la mise en exergue de deux mesures :

- ◆ le programme « Tech pour toutes », qui vise à accompagner 10 000 filles dans les filières du numérique jusqu'au premier emploi d'ici 2026, en collaboration avec les ministères partenaires (MENJ, MEFH, Minum) et la Fondation Inria, mandatée pour la mise en œuvre du projet⁵¹ ;
- ◆ et la publication récente (le 29 décembre 2023) de trois décrets d'application de la loi du 24 décembre 2021 visant à accélérer l'égalité économique et professionnelle (Loi Rixain)⁵².

⁴⁸ <https://www.education.gouv.fr/les-campus-des-metiers-et-des-qualifications-5075>.

⁴⁹ L'équité dans l'allocation des ressources budgétaires au regard du genre est actuellement uniquement mesurée à travers des indicateurs de performance genrés propres aux programmes annuels de performance PAP de la mission éducation nationale.

⁵⁰ Par exemple, dans le programme 141, l'augmentation attendue au lycée, en première et terminale, de la part de filles inscrites dans la spécialité mathématiques.

⁵¹ L'INRIA a à cette fin sollicité et obtenu un financement dans le cadre de l'appel à manifestation d'intérêt « Compétences et métiers d'avenir » (AMI CMA).

⁵² Décret n° 2023-1398 relatif aux modalités de publication des indicateurs relatifs à l'égalité des chances entre les femmes et les hommes dans les établissements publics de recherche ; décret n° 2023-1399 relatif aux modalités de publication des indicateurs permettant de mesurer la répartition par sexe des élèves dans les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) ; décret n° 2023-1400 relatif aux modalités de publication des indicateurs relatifs à l'égalité des chances entre les femmes et les hommes dans les établissements d'enseignement supérieur. Ces trois décrets visent à contribuer à réduire ces disparités en imposant la transparence des données et l'obligation de publier des indicateurs relatifs à l'égalité des chances entre les femmes et les hommes dans divers champs de l'enseignement supérieur et de la recherche.

3.2. En dépit de ces progrès, les documents budgétaires ne montrent pas que le financement des études supérieures est très favorable aux hommes, du fait notamment de leur sur-représentation dans les filières STEM

Pour aller plus loin que la seule mise en valeur des actions spécifiques à l'égalité femmes-hommes, l'article 206 de la loi de finances initiale (LFI) pour 2024 a institué le principe d'une nouvelle annexe générale au projet de loi de finances de l'année⁵³ inspirée de la notion mieux connue à l'international sous le nom de « *gender budgeting*⁵⁴ », et en France sous celui de « budgétisation intégrant l'égalité », qui a pour finalité d'intégrer les enjeux d'égalité entre les femmes et les hommes, de la conception à la mise en œuvre du budget. Cette mesure n'est pas encore mise en œuvre, dans toute son acception.

La surreprésentation des garçons dans les études scientifiques des matières STEM génère un avantage financier important, à leur profit, qu'il serait utile de mettre en visibilité pour mieux y remédier. Le CAE⁵⁵ a élaboré une méthode d'estimation de coût des études qui fait en effet apparaître des écarts de coûts importants entre les formations en classes préparatoires et à l'Université (cf. tableau 11), dans un rapport de 1 à 3,9 :

- ◆ selon cette méthode, la moyenne des coûts d'enseignement par année et par étudiant (en euros constants de 2019) dans les filières où les hommes étaient sur-représentés à la rentrée 2022-2023 était la plus élevée : 13 400 € en CPGE⁵⁶, 11 135 € en formations d'ingénieurs, ;
- ◆ en comparaison, dans les filières où les femmes étaient sur-représentées à la rentrée 2022-2023, les coûts de formation étaient bien plus faibles : 3 432 € en Universités de sciences humaines, juridiques et sociales, 5 552 € dans les Universités avec activités de santé.

Sur la base de ces données, l'avantage budgétaire de la sur-représentation des hommes parmi les filières scientifiques de l'enseignement supérieur peut être approché par plusieurs méthodes :

- ◆ une première méthode consiste à appliquer un contrefactuel aux choix réellement effectués, c'est-à-dire à faire basculer tous les étudiants dans une formation « virtuelle » dont le coût est le coût moyen des formations. On compare ainsi, par sexe, le coût de chaque filière de formation lorsqu'on applique tantôt un coût réel (prix moyen de la filière multiplié par le nombre de femmes et d'hommes concernés), tantôt un coût moyen à chaque population. Puis, on calcule la différence selon les résultats obtenus par sexe et par filière. Les résultats issus de cette méthode sont présentés dans le tableau 11 : selon cette méthode, le surcoût budgétaire associé à la formation des femmes dans les filières scientifiques du supérieur est inférieur d'environ 1,5 Md€ d'€ par an à celui des hommes, alors même que les femmes représentent plus de 55 % des étudiants du supérieur ;

⁵³ Parmi les annexes générales telles que prévues au 7° de l'article 51 de la loi organique n° 2001-692 du 1^{er} août 2001 relative aux lois de finances.

⁵⁴ Source : Rapport de L'inspection générale des affaires sociales et de l'inspection générale des finances, « Mettre en œuvre la budgétisation intégrant l'égalité entre les femmes et les hommes », juin 2024.

⁵⁵ « Les coûts des formations dans l'enseignement supérieur français : déterminants et disparités », de décembre 2021. Dans cette étude, le CAE a estimé les coûts des formations dans l'enseignement supérieur, à partir d'établissements représentatifs, avec l'équipe du projet « Connaissance des coûts des activités des établissements d'enseignement supérieur et de recherche » de la Mission expertise et conseil auprès des établissements (MEC) de la Direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle (DGESIP).

⁵⁶ Le motif le plus important en est que, en raison des taux d'encadrement constatés et de la rémunération plus élevée des personnels enseignant dans ces filières, les CPGE présentent les coûts de formation les plus élevés par élève.

Annexe 5

- ♦ une deuxième méthode est strictement budgétaire : elle consiste à comparer le coût moyen des formations du supérieur suivies par les femmes (coût des formations pondéré par le nombre de filles, soit 5 189 €) à celui des hommes (6 815 €). Selon cette méthode, si on consacrait autant aux femmes qu'aux hommes, la dépense budgétaire serait plus élevée de 2,7 Md€⁵⁷.

Tableau 11 : Coût moyen (en € constants 2019) estimé par le CAE des formations de l'enseignement supérieur et estimation de l'écart budgétaire constaté au détriment des femmes

| | Nombre d'étudiants en 2022-2023 (en milliers) | Part des femmes (en %) | Coût moyen approché de la formation | Ecart budgétaire approché (en k€) |
|---|---|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Formations d'ingénieurs | 177,5 | 29,6 | 11 135 € | -355 546 |
| Universités - Sciences, Staps | 346,6 | 43,3 | 5 742 € | 22 824 |
| Préparation DUT ou BUT | 107,3 | 39,6 | 8 747 € | -56 237 |
| Classes préparatoires aux grandes écoles | 81,2 | 41,0 | 13 400 € | -105 308 |
| Sections de techniciens supérieurs (STS) | 406,7 | 45,9 | 12 372 € | -204 790 |
| Écoles de commerce, gestion et comptabilité | 244,8 | 51,8 | 8 271 € | 17 979 |
| Universités - Droit, économie, AES | 388,6 | 62,8 | 3 432 € | -278 231 |
| Universités - Médecine, odontologie, pharmacie | 224,9 | 66,5 | 5 552 € | -50 445 |
| Universités - Langues, lettres, sciences humaines | 498,0 | 70,6 | 3 432 € | -574 073 |
| Formations paramédicales et sociales | 152,3 | 84,3 | N.C. | N.C. |
| Ensemble étudiants | 2 935,1 | 55,8 | 6 231,3 € | -1 583 828 |

Source : Calculs Mission, à partir :

- des données MESR/SIES : part et nombre de femmes dans les principales formations d'enseignement supérieur entre 2000-2001 et 2022-2023 (en %) ;
- et de l'étude du CAE intitulée « Les coûts des formations dans l'enseignement supérieur français : déterminants et disparités », de décembre 2021.

Sur la base de ces données, l'avantage budgétaire de la sur-représentation des hommes parmi les filières scientifiques de l'enseignement supérieur peut être **estimé entre 1,5 et 2,7 Md€, soit autour de 2 Md€ par an.**

4. La sous-représentation des femmes dans la filière STEM freine la transformation de la société, au détriment de leurs besoins propres

Comme exposé ci-dessus, il est important économiquement, pour la collectivité et pour les femmes elles-mêmes, de réduire les inégalités d'accès aux professions liées à l'innovation.

Mais la participation des femmes à l'innovation, et son préalable indispensable, à savoir la formation des femmes aux matières scientifiques qui permettent cette innovation, présente également, outre l'enjeu d'équité inhérent à toute société démocratique, l'intérêt de **faire en sorte que les innovations prennent mieux en compte les besoins des femmes**. En effet, plusieurs exemples documentés montrent l'insuffisante prise en compte des spécificités relatives aux femmes dans le secteur de la R&D lorsque le *sex ratio* des équipes est excessivement déséquilibré.

⁵⁷ 1 637 200 étudiantes × (6 815 € - 5 189 €) = 2,66 Md€.

Ce phénomène est particulièrement bien diagnostiqué en médecine⁵⁸. Ainsi, jusque dans les années 1980, les femmes étaient fréquemment exclues des essais cliniques, même si leur inclusion est devenue la norme à partir des années 1990 à la suite de scandales sanitaires concernant en particulier les effets néfastes de certains médicaments pris au cours de la grossesse. En outre, dans une étude abondamment citée, Beery et Zucker (2010)⁵⁹ ont constaté une surreprésentation marquée du recours à des rongeurs mâles dans la recherche médicale, y compris en endocrinologie, situation justifiée par le stéréotype implicite selon lequel « *une femelle est un petit individu mâle avec des hormones*⁶⁰ » réputées source de variabilité non pertinente. Cette sous-représentation limite la compréhension de certaines maladies affectant spécifiquement les femmes ou de la réaction des femmes à certains traitements et médicaments.

Le même type de constats est également observé s'agissant de la conception de certains objets techniques. Ainsi, à titre d'exemple, Bose, Segui-Gomez et Crandall (2011)⁶¹ ont mis en lumière les probabilités plus élevées pour une femme que pour un homme de subir des blessures sévères lors d'accidents de la route de gravité comparables aux États-Unis : les auteurs expliquent cette différence par l'insuffisante prise en compte de la morphologie féminine lors de la conception et du test des dispositifs de sécurité sur les voitures. Ainsi, à l'époque de la publication de cet article, la majorité des tests de collision étaient réalisés avec des mannequins ayant la corpulence d'un homme moyen, les rares mannequins féminins étant seulement testés sur le siège passager.

Dans les deux cas, l'hypothèse est avancée selon laquelle la sous-représentation des femmes dans le corps médical et parmi les concepteurs de systèmes de sécurité pourrait contribuer à ces choix de conception.

Au-delà, il est démontré que la composition sociale du corps des innovateurs a des conséquences sur la nature des innovations en elle-même.

En matière de santé, Koning, Samila et Ferguson (2021)⁶² montrent ainsi que les inventions en matière médicales brevetées par des femmes portent davantage sur la santé des femmes que celles brevetées par des hommes. Les auteurs en déduisent que « *l'écart de genre parmi les inventeurs est partiellement responsable de milliers d'inventions visant les femmes depuis 1976* ».

Plus généralement, Einiö, Feng et Jaravel (2023)⁶³ observent que les innovateurs créent des produits qui sont plus susceptibles d'être achetés par des consommateurs qui leur sont semblables en termes de sexe, de statut socioéconomique et d'âge, et d'employer des personnes du même sexe et issus des mêmes catégories sociales.

⁵⁸ Voir en ce sens la conférence de la professeure Sonia Garel, neurobiologiste, au collège de France le 17 octobre 2024, *L'identité sexuelle dans les études en neurobiologie : une variable en cours d'ajustement ?* (visionnable à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=jzAv9pIV4QE>).

⁵⁹ Beery, Annaliese K. et Irving Zucker. 2010. « *Sex Bias in Neuroscience and Biomedical Research* ». *Neuroscience and biobehavioral reviews* 35(3): 565. doi:10.1016/j.neubiorev.2010.07.002.

⁶⁰ *Ibid.* (à 15 : 20)

⁶¹ Bose, Dipan, Maria Segui-Gomez et Jeff R. Crandall. 2011. « *Vulnerability of Female Drivers Involved in Motor Vehicle Crashes : An Analysis of US Population at Risk* ». *American Journal of Public Health* 101(12): 2368. doi:10.2105/AJPH.2011.300275.

⁶² Koning, Rembrand, Sampsa Samila et John-Paul Ferguson. 2021. « *Who do we invent for? Patents by women focus more on women's health, but few women get to invent* ». *Science* 372(6548): 1345-48. doi:10.1126/science.aba6990.

⁶³ Einiö, Elias, Josh Feng et Xavier Jaravel. 2023. « *Social Push and the Direction of Innovation* ». *Working Papers*. <https://ideas.repec.org/p/fer/wpaper/160.html> (19 décembre 2024).

Annexe 5

Qualitativement, ces observations s'expliquent [Jaravel (2023)]⁶⁴ par le fait que « *l'idée innovante ou entrepreneuriale naît souvent en faisant directement l'expérience d'un besoin ou d'un problème à résoudre.* » « *Les créateurs, leurs employés et leurs consommateurs se ressemblent, et ils sont loin d'être représentatifs de la société dans son ensemble* » et ce faisant, « *les innovations sont biaisées en faveur d'une minorité, celle des privilégiés qui innovent.* »

Ce phénomène concerne principalement les innovations dites incrémentales, adaptant une nouvelle technologie à un besoin, qui sont les plus nombreuses bien qu'elles soient les moins visibles médiatiquement. Si les innovations de rupture du début du XXI^e siècle (réseaux sociaux, *smartphones*, véhicules autonomes, intelligence artificielle générative, etc.) n'apparaissent pas spécifiquement genrées, leur adaptation à des besoins spécifiquement féminins a parfois été plus tardive⁶⁵. L'application AppleHealth, mise sur le marché en 2014, est souvent citée en exemple : dans sa première version, celle-ci ne permettait pas le suivi du cycle menstruel, alors qu'une telle fonctionnalité ne requiert aucun développement technique particulier mais seulement d'en avoir l'idée.

Dès lors, une présence accrue de femmes parmi les innovateurs permettrait non seulement d'accroître le volume et la qualité des innovations, ce qui contribuerait fortement à la croissance, mais également d'en élargir le spectre à des domaines plus spécifiques aux besoins des femmes, aujourd'hui insuffisamment explorés.

⁶⁴ Jaravel, Xavier. 2023. *Marie Curie habite dans le Morbihan: Démocratiser l'innovation*. Illustrated édition. Paris: Seuil. isbn:978-2-02-154583-8.

⁶⁵ Voir également en ce sens l'ouvrage de Rebekka Endler, 2022, « Le patriarcat des objets. Pourquoi le monde ne convient pas aux femmes ».