

Les femmes les sciences



... AU DELÀ DES IDÉES REÇUES

*femmes
mathématiques*

FEMMES & SCIENCES
association

fi
femmes ingénieurs

Ce livret a été conçu par l'association Femmes & Sciences, en partenariat avec les associations *femmes et mathématiques* et Femmes Ingénieurs. Ces trois associations réalisent en commun :

- des interventions dans des établissements scolaires devant les élèves et/ou les parents,
- des journées de sensibilisation des enseignant-e-s et des conseillères et conseillers d'orientation dans différentes académies.

Il s'agit de mieux faire connaître les métiers scientifiques pour les femmes et de contribuer à supprimer un certain nombre de stéréotypes présents chez les acteurs du système éducatif.

Les trois associations développent différents outils pour ces interventions.

Elles participent ensemble à des manifestations diverses : Fête de la Science, Journée internationale des Droits des Femmes le 8 mars, Mondial des métiers, etc.

Elles bénéficient toutes trois d'un agrément national du ministère de l'Éducation nationale au titre des associations éducatives complémentaires de l'enseignement public.

FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

Association Femmes & Sciences

7 rue Lamennais, 75008 Paris
Tél.: +33 (0)1 47 70 85 35
Courriel : secretariat@femmesetsciences.fr
Site internet : www.femmesetsciences.fr



L'association a été créée en 2000 par un groupe de femmes scientifiques de tous horizons. Elle a pour buts de :

- renforcer la position des femmes exerçant des carrières scientifiques et techniques dans les secteurs publics et privés,
- promouvoir l'image des sciences chez les femmes et l'image des femmes dans les sciences,
- inciter les jeunes filles à s'engager dans les carrières scientifiques et techniques.

femmes
mathématiques

Association femmes et mathématiques

Institut Henri Poincaré, 11 rue Pierre et Marie Curie
75231 Paris Cedex 05
Tél. / fax : +33 (0)1 44 27 64 20
Courriel : fetm@ihp.fr
Site internet : <http://www.femmes-et-maths.fr>



L'association, créée en 1987, compte actuellement 200 membres, principalement des chercheuses et des enseignantes du supérieur ou du secondaire. Ses objectifs sont :

- encourager les filles à s'orienter vers des études scientifiques et techniques,
- promouvoir les femmes dans le milieu scientifique, en particulier mathématique,
- être un lieu de rencontre entre mathématiciennes,
- coopérer avec les associations ayant un but analogue en France ou à l'étranger.

fi

femmes ingénieurs

Association Femmes Ingénieurs

Ingénieurs et Scientifiques de France (IESF-CNISF)
7 rue Lamennais,
75008 Paris
Tél.: +33 (0)1 44 13 66 88
Courriel : femmes_ingenieurs@yahoo.com
Site internet : <http://www.femmes-ingenieurs.org>



L'association regroupe des personnes morales et physiques diplômées d'écoles d'ingénieurs, c'est-à-dire des femmes scientifiques qui exercent ou ont exercé des métiers d'ingénieur, ainsi que des personnes morales, engagées sur ses objectifs :

- la promotion du métier d'ingénieur auprès des jeunes filles, dans le monde de l'éducation,
- la promotion de la place des femmes ingénieurs et scientifiques dans le monde du travail et les conseils d'administration.

Elle assure enfin le rôle de représentation des femmes ingénieurs, au sein de la fédération des associations d'ingénieurs (IESF), en particulier auprès des pouvoirs publics, instances décisionnelles et organisations européennes et internationales.



Les femmes
les sciences

AU DELÀ DES IDÉES REÇUES

1	Introduction : pourquoi ce livret ?	3
2	Etat des lieux : statistiques sur les résultats scolaires des filles et la place des femmes dans le monde du travail en France	5
3	Historique de l'éducation des filles en France	8
4	Le cerveau a-t-il un sexe ?	10
5	Stéréotypes : quelques définitions	13
6	L'impact des stéréotypes sur l'école	15
7	Stéréotypes sur les métiers scientifiques et techniques	18
8	Femmes dans les métiers scientifiques et techniques - Recherche publique et recherche privée	20
9	Femmes dans les métiers scientifiques et techniques - Les femmes ingénieurs	23
10	Propositions d'actions pour les enseignant-e-s et les responsables de l'orientation	26
11	Portraits de femmes scientifiques, d'hier et d'aujourd'hui	28
12	Glossaire	33
13	Annexe : quiz pour élèves	34

Portrait



Catherine Picart, ingénieure de Grenoble-INP, docteure de l'université Joseph Fourier, a tout d'abord étudié, dans le cadre d'un séjour post-doctoral à l'université de Pennsylvanie, la déformabilité des globules rouges.

Nommée maître de conférences à l'université de Strasbourg en 1998, elle est devenue professeure en 2004 à Montpellier avant de rejoindre Grenoble-INP en 2008. En 2010, l'European Research Council a sélectionné son projet Biomim visant à élaborer de nouveaux matériaux multifonctionnels à base de biopolymères pour la médecine régénératrice, puis en 2012, 2015 et 2017 ses projets applicatifs pour réparer les os et cultiver des cellules souches.

Membre senior de l'Institut Universitaire de France, elle a reçu en 2016 la médaille d'argent du CNRS qui distingue un-e chercheur-e pour l'originalité, la qualité et l'importance de ses travaux, reconnus sur le plan national et international.

En septembre 2019, elle prend la direction du Département Santé de la Direction de la Recherche Fondamentale au CEA de Grenoble.

Introduction : pourquoi ce livret ?

par Véronique Slovacsek-Chauveau, Annick Boisseau et Claudine Hermann



L'association Femmes & Sciences, en partenariat avec les associations *femmes et mathématiques* et Femmes Ingénieurs, vous propose un livret qui servira d'outil aux enseignant-e-s pour lutter de manière efficace contre les idées reçues sur les études et l'orientation des filles et des garçons. Ce document sera également utile aux conseillères et conseillers d'orientation, aux chef-fe-s d'établissement, aux parents, et aux partenaires des entreprises attentif-ve-s à défendre les valeurs d'égalité des chances entre les sexes.

Par ailleurs, les membres de ces associations peuvent en faire une présentation orale¹. Enfin on trouvera en annexe, p. 34, un quiz à l'usage des élèves, dont les questions s'appuient sur les notions exposées ici.

Trop peu de filles dans les études scientifiques et techniques

Le trop faible nombre de filles qui souhaitent s'orienter vers des études supérieures scientifiques et techniques est un problème pris en compte depuis 45 ans², et plusieurs campagnes nationales³ et régionales⁴ ont été menées pour les inciter à se diriger vers ces filières. Aujourd'hui, alors que les filles sont presque à parité avec les garçons en terminale S, à peine plus d'un quart des diplômés d'ingénieur-e-s sont délivrés à des femmes. Globalement, les différences d'orientation entre filles et garçons se sont peu estompées avec le temps : aux garçons, les filières de production, la technique ; aux filles, les métiers du secteur tertiaire, les formations littéraires, et plus récemment la médecine et la magistrature...

Notre société a besoin de scientifiques

La société du XXI^{ème} siècle est confrontée à de grands défis : ressources en eau, alimentation, santé, énergie, réchauffement cli-

matique, développement durable, transition écologique, données massives, communication et connaissance, etc. Relever ces défis exige la mise en œuvre de concepts scientifiques et de solutions technologiques les plus avancées, et pour y parvenir, des personnels hautement qualifiés.

En France à l'horizon 2022, *les créations d'emplois devraient être très fortes dans certains métiers très qualifiés où les hommes sont surreprésentés, tels que les ingénieurs et cadres techniques de l'industrie, les personnels d'études et de recherche, et les ingénieurs de l'informatique*⁵.

Une nouvelle étude prospective⁶ de France Stratégie a démarré début 2018. Fin 2019, elle devrait dégager des grandes tendances dans les évolutions des métiers à 10 ou 15 ans. Elle met déjà en évidence le besoin de davantage de métiers à fortes compétences techniques : personnels d'études et de recherche, architectes et cadres du bâtiment, métiers de la banque... Et en terme de diplômes, la situation sera plus favorable pour les étudiant-e-s du supérieur long, c'est-à-dire bac+3 minimum.

L'Union européenne, quant à elle, s'est fixé des objectifs de croissance intelligente grâce à une économie fondée sur la connaissance. Dans sa résolution du 9/9/2015⁷ le Parlement européen *considérant que la science joue un rôle clé dans l'économie européenne [...] et qu'un nombre suffisant de personnes disposant de compétences en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques est un préalable indispensable à la mise en œuvre du programme européen pour la croissance et l'emploi et à la réalisation des objectifs de la stratégie Europe 2020 [...] prie instamment les États membres de reconnaître le potentiel d'une orientation de qualité et de lan-*

1. Les adresses des associations figurent en deuxième de couverture de ce livret.

2. Depuis 1984 plusieurs conventions ont été signées entre plusieurs ministères, la dernière, signée en 2013, porte sur la période 2013 - 2018 : http://cache.media.education.gouv.fr/file/02_Fevrier/17/0/2013_convention_egalite_FG_241170.pdf

3. Par exemple, la campagne « 2014, année de la mixité des métiers » et le rapport « Agir pour la mixité des métiers », novembre 2014. http://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2014/2014_24_mixite_metiers.pdf

4. Parmi les nombreuses initiatives régionales, citons le prix Caroline Aigle, concours organisé dans l'académie de Nancy - Metz, ou le prix Jeanne Villepreux-Power dans celle de Limoges.

5. *Les métiers en 2022, Rapport du groupe Prospective des métiers et qualifications*, France stratégie, DARES, avril 2015 http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs_rapport_metiers_en_2022_27042015_final.pdf

6. <https://www.strategie.gouv.fr/actualites/metiers-recruteront-demain>
http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/index_fr.htm

7. Résolution du Parlement européen du 9 septembre 2015 sur les carrières scientifiques et universitaires des femmes et les plafonds de verre (2010) 2020. (2014/2251(INI)) <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2015-0311+0+DOC+XML+V0//FR>



cer des formations encourageant les jeunes filles à poursuivre l'étude des domaines STIM à l'université. Ce même intérêt se manifeste sur d'autres continents.

Débouchés favorables et satisfaction personnelle

Il n'est pas possible de promettre à un-e jeune lycéen-ne qu'il ou elle trouvera immédiatement du travail après un certain type d'études. Néanmoins, les études prospectives précédemment citées montrent les besoins en personnel de différentes branches de l'économie dans les années à venir. Les professions scientifiques et techniques sont et seront porteuses d'emplois variés et le plus souvent bien rémunérés, car notre société, dont la technicité augmente, a de plus en plus besoin de profils de ce type.

D'autre part les sciences et les techniques constituent un domaine de connaissances dans lequel il est possible de s'épanouir, de trouver du plaisir et même de la passion. Pourquoi serait-il réservé à une seule moitié de l'humanité ? Pourquoi la société devrait-elle se priver de la moitié de ses talents ?⁸ Longtemps monopolisé par les hommes, ce domaine s'est ouvert aux femmes peu à peu, principalement au cours du 20^{ème} siècle. Nous sommes redevables aux nombreuses pionnières qui ont franchi les obstacles de tous ordres pour parvenir à ouvrir des portes et s'imposer. Comme nous le verrons plus loin, les femmes sont encore largement sous-représentées dans la plupart des métiers scientifiques (sauf en médecine, une conquête récente) et en particulier dans les postes à responsabilité.

Comment promouvoir les sciences et les techniques auprès des filles ?

Il convient d'agir auprès non seulement des jeunes filles, mais aussi de celles et ceux qui les influencent, parents et monde éducatif (enseignantes et enseignants, conseillères et conseillers d'orientation-psychologues, chef-fe-s d'établissement, ...). Nous n'oublions pas les jeunes garçons qui, eux aussi, subissent les injonctions de la société. La plupart des actions et réflexions proposées dans ce livret les concernent aussi, en dehors de quelques actions spécifiques en direction des filles. Toutes et tous, en tant que citoyennes et citoyens, sont modelé-e-s incons-

ciemment par des images et des modèles issus de l'identité traditionnelle féminine et masculine, prescrite par la société. Ces stéréotypes entraînent des préjugés : les enseignantes et les enseignants se font une idée de ce que les jeunes, filles et garçons, peuvent faire ou non et agissent en conséquence, en encourageant plus facilement les garçons à poursuivre des études scientifiques et techniques.

Il s'agit donc d'abord de comprendre d'où viennent les idées reçues, pour pouvoir les combattre, puis de présenter des exemples positifs de femmes exerçant des métiers scientifiques et techniques. Les trois associations développent des outils et mènent des actions en direction des différents publics concernés. L'une de ces actions consiste à ce que des femmes membres de nos 3 associations aillent dans des classes de lycées et collèges témoigner de leur profession et de leur parcours (chaque année plus de 25.000 jeunes sont rencontrés dans toute la France).

Que trouverez-vous dans ce livret ?

Il débute par un état des lieux statistique, visant à une prise de conscience de l'étendue du problème, qui n'est pas spécifiquement français. Puis, après un bref historique, on montre qu'il n'existe aucun fondement biologique aux différences d'orientation entre filles et garçons. On poursuit en analysant les stéréotypes liés aux disciplines et plus généralement les stéréotypes de sexe et ceux liés à la représentation des métiers. On présente ensuite la situation des femmes dans les professions scientifiques et techniques en France. On propose aux enseignant-e-s, et plus largement à l'ensemble du monde éducatif, des pistes d'actions concrètes pour encourager les filles à s'engager dans des études et des métiers scientifiques et techniques : les jeunes filles y trouveront de nombreuses satisfactions et la société compte sur elles ! Enfin, quelques portraits de chercheuses d'hier et d'aujourd'hui, de techniciennes et d'ingénieures fournissent des exemples d'apports des femmes aux sciences et aux techniques.

Le quiz à l'usage des élèves en annexe s'appuie sur les notions exposées dans ce document. Ce devrait être une occasion de réflexion, de prise de conscience et de discussion avec les élèves, filles et garçons, qui les amènera, nous l'espérons, à envisager une gamme plus large d'études et de métiers.



© Thinkstockphotos

Etat des lieux : statistiques sur les résultats scolaires des filles et la place des femmes dans le monde du travail en France

par Annick Boisseau et Véronique Slovacek-Chauveau

Quelques statistiques¹

(sauf mention contraire ces données concernent la rentrée 2017)

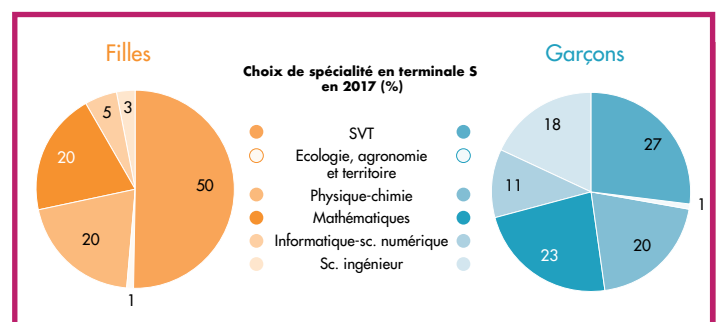
Une meilleure réussite scolaire des filles

- 92 % des filles et 86 % des garçons obtiennent le diplôme national du brevet (toutes séries),
- à la fin du collège, les filles devancent les garçons en français et dans une moindre mesure en sciences,
- 84 % d'une génération de filles obtiennent le bac (général, technologique ou professionnel) contre 74 % des garçons. Le taux de réussite est de 90 % pour les filles et 86 % pour les garçons, tous bacs confondus. Les filles obtiennent plus souvent les mentions « bien » et « très bien », y compris dans la série S,
- les filles représentent 56,7 % des bacheliers généraux, dont 47,3 % des bacheliers S.

mais avec des orientations différentes à chaque palier des études secondaires et supérieures :

- après la classe de troisième, 70 % des filles et 57 % des garçons poursuivent leurs études par un second cycle général ou technologique, 27 % des filles et 39 % des garçons s'orientent vers la voie professionnelle : bac pro, CAP, apprentissage,
- à la fin de la seconde générale et technologique, 39 % des garçons entrant en première générale se dirigent vers la série S et seulement 31 % des filles,
- la répartition des filles dans les séries de terminale générale est plus équilibrée que celle des garçons : 20 % des filles sont en L, 35 % en ES, 45 % en S alors que 7 % des garçons sont en L, 29 % en ES, 64,5 % en S,
- dès que des choix (obligatoires ou facultatifs) se présentent, des différences apparaissent : au collège, l'option « Découverte professionnelle » compte 66,3 % de garçons ; les sections européennes et internationales, 60,5 % de filles

- il en est de même pour les options de première et les spécialités en terminale. Par exemple en terminale S, série où la disparité est la plus grande, seulement 8 % des filles ont choisi l'une des nouvelles spécialités, 5 % en ISN - informatique et sciences du numérique et 3 % en SI - sciences industrielles, contre 29 % des garçons (respectivement 11 % et 18 %).



- en terminale, les filles constituent 54,1 % de l'ensemble des élèves, mais elles sont réparties de façon très inégale selon les filières : elles représentent 47 % de l'effectif en S, 61 % en ES, 80 % en L, 57 % en STL et 7,1 % en STI2D et 87 % en ST2S.

Remarque : la série S, qui disparaît avec la réforme, n'aura jamais atteint la parité !

et qui s'accroissent dans le supérieur

Parmi les bacheliers S, les garçons sont deux fois plus nombreux que les filles à choisir :

- une classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE) scientifique : 17,3 % des garçons contre 9,7 % des filles,
- un institut universitaire de technologie (IUT) secondaire ou une section de techniciens supérieurs (STS) industrielle : 15,1 % des garçons contre 6,8 % des filles.

Mais inversement, les filles sont deux fois plus nombreuses à s'engager dans les études médicales : 22,7 % des filles contre 11,7 % des garçons.

1. Repères et références statistiques enseignements • formation • recherche - 2018
https://cache.media.education.gouv.fr/file/RERS_2018/28/7/depp-2018-RERS-web_1075287.pdf
 Filles et garçons sur le chemin de l'égalité de l'école à l'enseignement supérieur - 2019
https://cache.media.education.gouv.fr/file/2019/73/2/depp-2019-filles-et-garcons_1089732.pdf

• À l'université

A l'entrée du cursus licence, 55,5 % d'étudiantes toutes filières confondues, mais avec un écart important selon les disciplines :

- 28,4 % en sciences fondamentales et applications,
- 47,5 % en sciences économiques, gestion,
- 64,8 % en sciences de la nature et de la vie,
- 68,4 % en Première année commune aux études de santé (PACES),
- 73,3 % en langues.

• Filières sélectives

En CPGE, on trouve 42,8% de filles inégalement réparties dans les différentes filières :

- 74 % en lettres,
- 54,6 % en économie et commerce,
- 31,1 % en sciences, dont en 2^{ème} année :
 - 27 % en MP, 17,8 % en MP*, 36,6 % en PC,
 - 33,7 % en PC* et 72 % en BCPST.

En IUT, les femmes représentent 40,3 % de l'ensemble des effectifs préparant un DUT. En moyenne, elles sont à parité avec les hommes dans le secteur des services (51,6 %), mais elles ne représentent que 24,8 % des effectifs du secteur de la production. Dans ce secteur, elles sont cependant majoritaires dans les spécialités « Chimie » (58,2 %) et « Génie biologique » (66,7 %). Quant au secteur des services, si elles représentent 81,8 % de la spécialité « Carrières juridiques », elles ne sont que 9,4 % en « Informatique ».

- Dans les écoles d'ingénieurs, la proportion d'étudiantes est de 27,1%.

Dans la vie professionnelle²

- les femmes sont les premières victimes du chômage, de l'emploi précaire et du temps partiel subi,
- leurs salaires sont en moyenne inférieurs de 18,5 % (en équivalent temps plein) à ceux des hommes dans le secteur privé ou semi-public (en inversant le point de vue : les hommes gagnent 23% de plus que les femmes) et de 12 % dans la fonction publique d'Etat ; de plus, ces inégalités sont encore plus marquées chez les cadres et chez les femmes les plus diplômées,
- plus les postes sont élevés dans la hiérarchie, moins on trouve de femmes : c'est la notion de « plafond de verre » introduite par les sociologues, traduisant une barrière invisible, mais bien présente (voir dessin p. 25),

- les femmes représentent 64 % des personnels en catégorie A de la fonction publique d'Etat, mais n'y occupent que 32 % des postes de dirigeants.

et même à l'Education nationale et dans l'Enseignement supérieur³

- 84,2% d'enseignantes titulaires du premier degré
- 58,7 % d'enseignantes titulaires du second degré
- 37 % de professeures de chaire supérieure en CPGE
- 48,9 % de personnels de direction (y compris adjointes) d'établissement du second degré
- 43,3 % d'inspectrices d'académie - inspectrices pédagogique régionaux
- 33,2 % d'inspectrices générales
- 44 % de maîtresses de conférences des universités
- 25 % de professeures des universités

L'Éducation nationale ne fait pas exception : comme dans les autres domaines de la société, plus on s'élève dans la hiérarchie, plus les femmes deviennent rares. Par exemple les femmes représentent 31,6 % des proviseur-e-s de lycée et 55,9 % des proviseur-e-s adjoint-e-s, 47,7% des principaux-ales de collège et 57,5% des principaux-ales adjoint-e-s ainsi que 75,2 % des directeurs-trices d'écoles primaires. Sans oublier la hiérarchie des disciplines : 83 % d'enseignantes en langues, mais 44,3 % en mathématiques, 42,8 % en physique-chimie.

Parmi les fonctions autres que celles d'enseignement, les femmes occupent davantage de postes administratifs et de fonctions subalternes que de postes de direction, d'inspection ou d'encadrement. Ainsi, dans la filière administrative elles sont : 91,4 % en catégorie C (adjoint-e-s administratif-ive-s, agent-e-s, etc.), 84 % en catégorie B (secrétaires administratif-ive-s) et 61,2 % en catégorie A (attaché-e-s administratif-ive-s, etc.).

Soulignons toutefois une volonté politique : parmi les 30 recteurs et rectrices d'académie, nommé-e-s, on compte 15 femmes et 15 hommes depuis septembre 2016⁴, une parité stricte alors qu'en 2013 les rectrices ne comptaient encore que pour un quart. Ceci prouve que « le vivier » de femmes en mesure d'exercer de hautes fonctions existe, il suffit d'y penser.

2. Inégalités de salaires entre les femmes et les hommes : état des lieux - mars 2019

https://www.inegalites.fr/Les-inegalites-de-salaires-entre-les-femmes-et-les-hommes-etat-des-lieux?id_theme=22

3. Vers l'égalité réelle entre les femmes et les hommes, chiffres clés 2019

https://www.egalite-femmes-hommes.gouv.fr/wp-content/uploads/2018/09/29474-DICOM-CC-2018-essentiel_BD.pdf

Enseignement supérieur, recherche et innovation. Vers l'égalité femmes hommes ? Chiffres clés 2019

http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Egalite_et_discrimination/52/9/parite2019_1087529.pdf

Bilan social du ministère de l'Éducation nationale et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation 2017-2018. Volume 1. Enseignement scolaire

https://cache.media.education.gouv.fr/file/2017-2018/03/9/depp-2019-Bilan-social-2018-ministere-de-l-Education-nationale-et-de-la-Jeunesse-Enseignement-scolaire_1134039.pdf

4. Communiqué de presse du ministère de l'Éducation nationale

<http://www.education.gouv.fr/cid106477/mouvement-de-rectrices-et-recteurs-d-academie-la-parite-atteinte-pour-la-premiere-fois-depuis-la-creation-des-academies.html>

Quelques commentaires autour de ces statistiques

En 2019, les filles et les garçons n'ont toujours pas les mêmes parcours à l'école. Les filles réussissent mieux scolairement que les garçons, quel que soit le niveau d'enseignement et quelle que soit la filière ou la discipline considérée.

Bénéficiant de cet avantage, les filles ont des parcours scolaires plus aisés et fluides que les garçons. Elles atteignent plus souvent et plus jeunes qu'eux le terme de l'enseignement secondaire, et comme leur taux de réussite au baccalauréat est plus élevé, elles sont depuis longtemps majoritaires dans les rangs des bachelier-ère-s, en particulier dans l'enseignement général.

Mais, comme on l'a vu, dès que des options sont proposées, filles et garçons opèrent des choix différents. Alors qu'elles sont bonnes dans toutes les matières, les filles se détournent des sciences, en particulier des mathématiques, mais aussi de l'informatique. Communément, ces domaines ne correspondraient pas à la « nature féminine » (voir chapitres sur les stéréotypes). Pourtant à ses débuts l'informatique a attiré de nombreuses femmes, mais lorsqu'elle est devenue symbole de pouvoir les hommes s'y sont précipités. En revanche, la médecine, comme toutes les orientations qui cantonnent les femmes dans le secteur du soin, du service aux autres, attire de très nombreuses filles en dépit de la difficulté et de la longueur des études. Elles s'y sentent à leur place et la société entière, y compris le système éducatif, leur fait comprendre qu'elles y sont effectivement à leur place.

Dans ce contexte, la réforme du lycée qui se met en place nous inquiète profondément.

La volonté de dépasser le système cloisonné et hiérarchisé des séries actuelles est louable mais le « libre choix », même plus ou moins cadré, ne garantit aucunement de dépasser une orientation stéréotypée. Pour les filles, comme pour les garçons, le libre choix n'est un choix éclairé que pour celles et ceux qui connaissent bien le système. Il est limité par tous les stéréotypes sexués qui classent les études et les métiers qui en découlent comme « féminins » ou « masculins ». Un tel choix nécessite une connaissance précise des attendus dans le supérieur dont les élèves de seconde et leurs familles n'ont généralement pas connaissance. Cette inquiétude est partagée par la

Conférence des Doyens et Directeurs des Unités de formation et de recherche Scientifiques des Universités Françaises (CDUS), qui a publié un document⁵ comportant des recommandations sur les choix de spécialités : *En premier lieu, nous rappelons la place particulière des mathématiques, qui fournissent un ensemble d'outils, de modes de raisonnements et de compétences transversales à l'ensemble des champs scientifiques. C'est pourquoi nous recommandons fortement à tous les lycéens qui envisagent des études scientifiques de choisir l'option « mathématiques » pour l'année de première. Ensuite, la conservation des mathématiques en terminale sera recommandée pour toutes les mentions de licence scientifiques.*

Il est important de rappeler que les mathématiques ne sont pas seulement indispensables aux études de sciences dites « dures », elles sont nécessaires aussi dans des domaines tels qu'économie, gestion, psychologie ou administration publique. Elles le seront aussi aux futur-e-s enseignantes et enseignants du primaire.

Outre les obstacles liés aux idées reçues sur les filles et les sciences, certaines élèves pourraient aussi se heurter à des effets « de territoire » si le lycée de proximité n'offre pas les spécialités de leur choix, sachant que les filles restent près de leur famille davantage que les garçons et que ce sera encore plus vrai pour celles issues de milieux peu favorisés.

Si l'école veut réellement encourager les filles à choisir les études scientifiques conduisant aux métiers d'avenir, il faudra les accompagner et leur dire explicitement qu'on les y attend et qu'elles y sont tout à fait légitimes. C'est une question de justice sociale, mais également d'intérêt pour la société qui bénéficiera de leurs talents.

C'est ce que nous essayons de faire à travers cette brochure.



5. Recommandations de la CDUS dans le choix des spécialités au lycée en vue d'études scientifiques - février 2019
<<https://cdus.fr/wp-content/uploads/2019/02/CDUS-Reformelycees-01-2019.pdf>>



Marie Curie



Irène Joliot-Curie



Emile du Châtelet

Historique de l'éducation des filles en France

par Claudine Hermann¹

Le grand public sait rarement nommer des femmes scientifiques du passé et du présent, à part Marie Curie et Claudie Haigneré, première française spatonaute en 1996. (Vous ferez connaissance avec d'autres femmes scientifiques d'hier et d'aujourd'hui au chapitre 11). Une réflexion s'en déduit tout naturellement : « S'il n'y a pas de femmes célèbres en sciences, c'est bien une preuve que les femmes ne sont pas douées pour les matières scientifiques. S'il y a si peu de femmes lauréates de prix Nobel, c'en est encore une preuve supplémentaire ». Or l'historique de la situation faite aux femmes permet de comprendre cet état de fait, et il n'est pas nécessaire de remonter très loin !

Un accès au savoir restreint autrefois

À toute époque, les femmes ont travaillé dur, à la tâche chez elles, dans les champs, à la ferme, etc. et plus tard à l'usine. Pour autant, pendant longtemps leur accès à l'éducation a été limité. Or pour que des femmes arrivent à se hisser à un niveau intellectuel et scientifique équivalent à celui des hommes, la moindre des choses est qu'elles puissent accéder au savoir. Il a fallu attendre 1836 pour que soit mis en place l'enseignement primaire des filles : la loi Pelet incite alors chaque commune à avoir au moins une école primaire pour les filles. Auparavant, seules les femmes de l'aristocratie ou de la haute bourgeoisie pouvaient recevoir une éducation délivrée par des précepteurs. On considérait que les femmes en général n'avaient pas besoin de connaître autre chose que ce qui leur permettait d'assurer la bonne tenue d'une maison et le soin des enfants. Les femmes de la haute société étaient instruites pour pouvoir, de plus, distraire leurs maris : musique, chant, lecture, broderie...

La longue marche vers l'éducation²

- 1861 : Julie-Victoire Daubié est la première femme à avoir eu le droit de se présenter au baccalauréat et à l'obtenir.
- 1867 : la loi Victor Duruy organise l'enseignement primaire féminin et encourage la création de cours pour adultes. Elle ouvre la voie à la gratuité de l'enseignement.
- 1875 : Madeleine Brès est la première française à obtenir un diplôme de docteur en médecine.
- 1880 : la loi Camille Sée crée l'enseignement secondaire féminin. Dans les lycées de filles on enseigne la morale, la littérature classique, les langues vivantes, des « éléments de sciences », mais pas les matières nobles : grec, latin, philosophie. De plus, le cursus de cinq années (au lieu de sept pour les garçons) ne conduit pas au baccalauréat, mais à un diplôme de fin d'études secondaires qui ne donne pas accès à l'Université.
- 1881 et 1882 : les lois Jules Ferry rendent l'instruction primaire obligatoire pour les garçons et les filles âgés de 6 à 13 ans. L'école publique est gratuite et laïque.
- 1924 : les programmes de l'enseignement secondaire (hormis les cours de couture pour les filles et de travaux manuels pour les garçons), ainsi que le baccalauréat, deviennent identiques pour les filles et les garçons. Les portes de l'Université s'ouvrent enfin aux filles !
- 1975 : la loi Haby oblige à la mixité dans tous les établissements publics primaires et secondaires d'enseignement.

1. Nous remercions Danielle Augustin-Vécrin qui a participé à la première version de ce chapitre

2. Nicole Hulin (postface de Claudine Hermann), *Les femmes, l'enseignement et les sciences - Un long cheminement (XIX^{ème} - XX^{ème} siècle)*, L'Harmattan, Paris, 2008. Par ailleurs, de nombreux sites proposent un historique de l'éducation des femmes, par exemple l'article de Geneviève Pezeu <http://www.cahiers-pedagogiques.com/Une-histoire-de-la-mixite>
Une présentation très complète est accessible à l'adresse <http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/document.php?id=2730>

- 1981 : fusion de l'École normale supérieure (ENS) de jeunes filles de Fontenay-aux-Roses avec celle de garçons de Saint-Cloud (aujourd'hui l'école scientifique et celle de lettres et sciences humaines sont à Lyon) avec conservation du nombre total de places.
- 1985 : fusion de l'ENS de jeunes filles (ENSJF, ex-Sèvres) avec l'ENS Ulm.
Avant ces deux fusions, en mathématiques et en physique le nombre de places dans les ENS de filles était à peu près la moitié de celui des ENS de garçons, ce qui revenait à un système de quotas avec environ 30% de places pour les filles dans ces disciplines sur l'ensemble (filles et garçons). Depuis 1985, à l'ENS Ulm, les filles représentent en moyenne environ 10 % des entrant-e-s en physique, et un pourcentage encore plus faible en mathématiques. Parmi les explications³ on note que le pourcentage de filles se présentant au concours est déjà très bas. Cette situation, qui perdure, est regrettée par toutes et tous, sans qu'aucune mesure pratique n'ait été prise pour la modifier.
- 2000 : une convention est signée entre plusieurs ministères afin de mettre en œuvre une politique globale d'égalité des chances entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes dans le système éducatif.
- 2006 : renouvellement, pour cinq ans, de la convention de 2000. La convention de 2006 est signée entre le ministère de l'Emploi, de la Cohésion sociale et du Logement, le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, le ministère de la Justice, le ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, le ministère de l'Agriculture et de la Pêche, le ministère de la Culture et de la Communication, le ministère délégué à la Cohésion sociale et à la Parité et le minis-

tère délégué à la Recherche.

- 2013⁴: La convention interministérielle pour l'égalité entre les filles et les garçons, entre les femmes et les hommes dans le système éducatif, est signée pour cinq ans par les ministères de l'Éducation nationale ; des Droits des femmes ; du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social ; de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ; de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt ; de la Réussite éducative. Elle engage les parties signataires à renforcer leur action en faveur de l'égalité entre les sexes. La convention dégage trois chantiers prioritaires :
 - acquérir et transmettre une culture de l'égalité entre les sexes,
 - renforcer l'éducation au respect mutuel et à l'égalité entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes,
 - s'engager pour une plus grande mixité des filières de formation et à tous les niveaux d'étude.

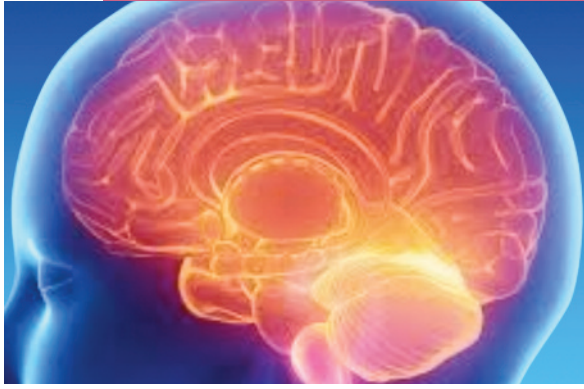
Un bref historique de l'ouverture des écoles d'ingénieurs aux femmes figure au chapitre 9.

Bien que la mixité soit établie dans les enseignements primaire et secondaire français depuis plus de quarante ans par la loi Haby, comme on l'a vu au chapitre 3 les orientations des filles et des garçons demeurent très différentes, en particulier vers les sciences et les technologies. Cette situation relève-t-elle d'une différence de nature biologique ? Les différents stéréotypes sur les disciplines, les genres et les sexes, les métiers n'en seraient-ils pas plutôt responsables ? Nous allons examiner ces hypothèses dans les chapitres qui suivent.



3. Marianne Blanchard, Sophie Orange et Arnaud Pierrel, *Filles + Sciences = une équation impossible*, Editions Rue d'Ulm, 2016

4. http://cache.media.education.gouv.fr/file/02_Fevrier/17/0/2013_convention_egalite_FG_241170.pdf



Le cerveau a-t-il un sexe ?

4

par Catherine Vidal

Avec les progrès des connaissances en neurosciences, on serait tenté-e de croire que les préjugés et les stéréotypes sur les différences d'aptitudes et de comportements entre les sexes ont été balayés. Ce n'est manifestement pas le cas dans la réalité quotidienne : télévision, sites internet, presse écrite, prétendent que les femmes sont « naturellement » multitâches, douées pour les langues, mais incapables de lire une carte routière, alors que les hommes seraient par essence bricoleurs, bons en maths et en informatique. Ces discours laissent croire que nos aptitudes et nos personnalités sont programmées génétiquement dans les cerveaux et immuables. Or les recherches en neurobiologie apportent la preuve du contraire. Les nouvelles techniques d'imagerie cérébrale par IRM (imagerie par résonance magnétique) montrent que le cerveau fabrique sans cesse de nouvelles connexions entre les neurones en fonction des apprentissages et des expériences vécues. La découverte de la « plasticité cérébrale » est une véritable révolution dans nos conceptions du fonctionnement du cerveau humain. Les anciennes théories qui prétendaient que tout était joué très tôt, avant six ans, sont révolues. Rien n'est à jamais figé dans le cerveau quels que soient le sexe et les âges de la vie.

Différences entre les sexes et plasticité cérébrale

Que répondre aujourd'hui à la question : « le cerveau a-t-il un sexe ? » La réponse scientifique est oui et non^{1,2}. Oui, parce que le cerveau contrôle les fonctions associées à la reproduction sexuée. Ainsi, dans les cerveaux féminins, on trouve des neurones qui s'activent chaque mois pour déclencher l'ovulation, ce qui n'est pas le cas chez les hommes. Mais, concernant les fonctions cognitives, les connaissances actuelles sur le développement du cerveau et la plasticité cérébrale montrent que les filles et les garçons ont les mêmes potentialités de raisonnement, de mémoire, d'attention.

Quand le nouveau-né voit le jour, son cerveau compte 100 milliards de neurones, qui cessent alors de se multiplier. Mais la fabrication du cerveau est loin d'être terminée, car les connexions entre les neurones, ou synapses, commencent à peine à se former : seulement 10 % d'entre elles sont présentes à la naissance (Fig. 1). Cela signifie que la majorité des synapses se fabrique à partir du moment où le bébé commence à interagir avec le monde extérieur³.

Les influences de la famille, de l'éducation, de la culture, de la société, jouent un rôle majeur sur le câblage des neurones et la construction du cerveau^{4,5}. Par exemple, chez les pianistes on observe un épaississement des régions du cortex cérébral spécialisées dans la motricité des doigts et l'audition. Ce phénomène est dû à la fabrication de connexions supplémentaires entre les neurones. De plus, ces changements du cortex sont directement proportionnels au temps consacré à l'apprentissage du piano pendant l'enfance. La plasticité cérébrale est à l'œuvre également pendant la vie d'adulte. Une étude en IRM réalisée chez des chauffeurs de taxi a montré que les zones du cerveau qui contrôlent la représentation de l'espace sont plus développées, et ce proportionnellement au nombre d'années d'expérience de la conduite du taxi. L'apprentissage de notions abstraites peut aussi entraîner des modifications cérébrales. Chez des mathématiciens professionnels, femmes et hommes, on observe un épaississement des régions du cortex impliquées dans la manipulation mentale des nombres et des données géométriques (Fig. 2). Dans l'apprentissage du jonglage, on constate après trois mois de pratique un épaississement des zones qui contrôlent la coordination des bras et la vision. Et si l'entraînement cesse, les zones précédemment épaissies rétrécissent.

Ces études, et bien d'autres, montrent comment l'histoire propre à chacun-e s'inscrit dans son cerveau. Voilà pourquoi le volume, la forme, et les activités du cerveau sont très variables d'un individu à l'autre (Fig 3). Filles et garçons, éduqués différemment, peuvent montrer des divergences de fonctionnement cérébral, mais cela ne signifie pas que ces différences étaient présentes dans le cerveau depuis la naissance, ni qu'elles y resteront gravées. Des études par IRM réalisées sur un grand nombre d'individus montrent que les différences entre les cerveaux de personnes d'un même sexe sont tellement importantes qu'elles dépassent souvent les différences entre les deux sexes^{6,7,8,9}. Chacun des 7 milliards d'individus sur la planète possède un cerveau unique, indépendamment du fait d'appartenir au sexe féminin ou masculin.

Le concept de plasticité permet de dépasser le dilemme classique qui tend à opposer nature et culture. En fait, dans la construction du cerveau l'inné et l'acquis sont inséparables. L'inné apporte la capacité de câblage entre les neurones, l'ac-

1. Fausto-Sterling Anne, *Corps en tout genre*, Paris, La Découverte, 2012

2. Vidal Catherine, *Nos cerveaux, tous pareils, tous différents !*, Paris, Belin, collection Égale à Égal, 2015

3. Fausto-Sterling Anne, Garcia C and Lamarre M, *Sexing the baby: Part 1. What do we really know about sex differentiation in the first three years of life?*, in *Social Science & Medicine*, 74 : 1684-92, 2012

4. May Anne, *Experience-dependent structural plasticity in the adult human brain*, *Trends in Cognitive Sciences*, 15: 475-82, 2011

5. Vidal Catherine, *Le cerveau évolue-t-il au cours de la vie ?*, Paris, Le Pommier, 2010

quis permet la réalisation effective de ce câblage. Toute personne humaine, de par son existence et son expérience, est simultanément un être biologique et un être social^{1,10}.

Comment l'enfant devient fille ou garçon

À la naissance, le petit humain n'a pas conscience de son sexe. Il va l'apprendre progressivement à mesure que ses neurones se connectent et que ses capacités cérébrales se développent. Très tôt, en quelques semaines, le nouveau-né peut distinguer les différences entre les hommes et les femmes qui l'entourent, par la voix, les attitudes, etc. Mais ce n'est qu'à partir de l'âge de deux ans et demi que l'enfant devient capable de s'identifier au féminin ou au masculin³. Or depuis la naissance il évolue dans un environnement sexué : la chambre, les jouets, les vêtements diffèrent selon le sexe de l'enfant. De plus, les adultes, de façon inconsciente, n'ont pas les mêmes façons de se comporter avec les bébés. Ils ont plus d'interactions physiques avec les garçons, alors qu'ils parlent davantage aux filles. C'est l'interaction avec l'environnement familial, social, culturel qui va orienter les goûts, les aptitudes et forger certains traits de personnalité en fonction des modèles du féminin et du masculin donnés par la société dans laquelle l'enfant est né.

Mais tout n'est pas joué pendant l'enfance. Les schémas stéréotypés ne sont pas gravés dans les neurones de façon immuable. À tous les âges de la vie, la plasticité du cerveau permet de changer d'habitudes, d'acquérir de nouveaux talents, de choisir différents itinéraires de vie. La diversité des expériences vécues fait que chacune et chacun de nous va forger sa propre façon de vivre sa vie de femme ou d'homme.

Les stéréotypes sur les aptitudes cognitives des filles et des garçons

On entend souvent dire que les filles ont un esprit littéraire et les garçons un esprit scientifique, comme si leurs cerveaux avaient des capacités différentes...

Les filles naturellement douées pour le langage ?

Les différences entre les sexes dans le babillage des bébés se manifestent vers 6 mois. À partir de cet âge, les filles dépassent légèrement les garçons dans l'expression verbale. Les performances langagières des deux sexes se recouvrent à 94 %. Les différences entre les sexes s'accroissent vers 2-3 ans (36 % de recouvrement) et concernent divers aspects du langage : production et compréhension des mots et des phrases, richesse du vocabulaire. Les raisons de la meilleure maîtrise du langage de la part des filles ne sont pas connues. Certains invoquent des différences biologiques (gènes, cerveau) qui restent à démontrer. D'autres font valoir le fait que, dès le plus jeune âge, les

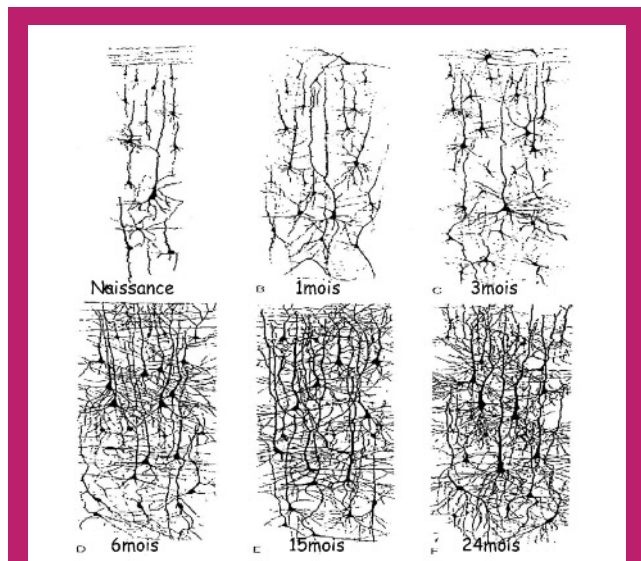


Fig. 1 : Formation des circuits de neurones dans le cortex cérébral humain. De la naissance à 2 ans.

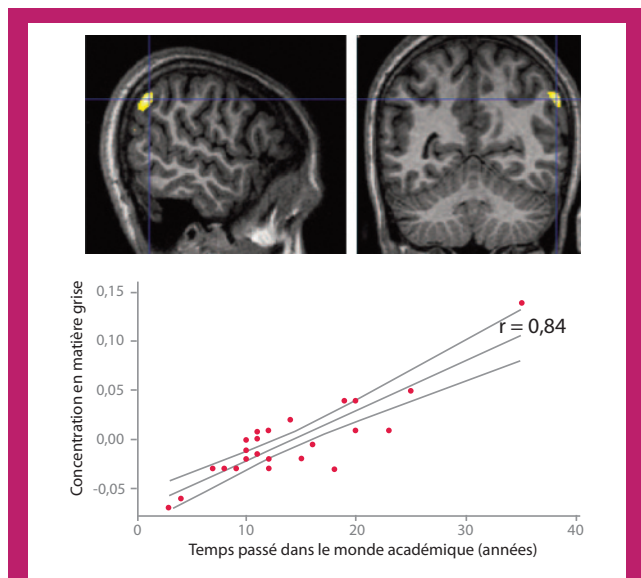


Fig. 2 : Chez les mathématicien-ne-s les régions cérébrales qui contrôlent la représentation mentale des nombres et des données géométriques sont épaissies proportionnellement au nombre d'années d'expérience en mathématiques.

(d'après K. Aydin et al., Am J Neuroradiol, vol 28, 2007)

adultes qui entourent les enfants parlent plus aux filles qu'aux garçons. Des études ont montré des corrélations statistiquement significatives entre les interactions verbales mère-enfant à 6 mois et le développement des capacités de langage à 17-24 mois³. Un travail important de recherche reste à mener sur les interactions entre les facteurs de l'environnement et les processus biologiques de développement chez les jeunes enfants. Ces

6. Kaiser Anelis et al., *On sex/gender related similarities and differences in fMRI language research*, in Brain Research Reviews, 61: 49-59, 2009

7. Mueller Sophia et al., *Individual Variability in Functional Connectivity Architecture of the Human Brain*, Neuron, 77: 586-595, 2013

8. Joel Daphna et al. *Sex beyond the genitalia: The human brain mosaic*, Proceedings of the National Academy of Sciences, 112:15468-73, 2015

9. Jäncke Lutz et al., *Size, sex, and the aging brain*, Human brain mapping, 36, 1:150-69, 2015

10. Kahn Axel, *L'homme, ce roseau pensant*, Odile Jacob, 2007

questions sont cruciales pour cerner l'origine des troubles du langage tels que la dyslexie, qui affectent davantage les garçons que les filles.

En allant vers l'âge adulte, les différences entre les sexes dans le langage s'estompent progressivement. Quand on étudie par IRM les régions du cerveau qui sont impliquées dans le langage, les statistiques sur plus d'un millier de femmes et hommes testés ne montrent pas de différences entre les sexes dans la localisation des aires du langage⁶. Cela s'explique par le fait que les zones du langage sont très variables d'un individu à l'autre, cette variabilité l'emportant sur une possible variabilité entre les sexes.

Le cerveau des garçons plus apte à faire des maths ?

De nombreuses recherches ont analysé chez les enfants comment se développent les systèmes cognitifs qui permettent de maîtriser les opérations élémentaires en mathématiques^{11,12}. Le sens des nombres et la perception des relations géométriques apparaissent entre 3 et 6 mois. Jusque vers 10 ans, les aptitudes au raisonnement mathématique se développent de la même façon chez les filles et les garçons. Des chercheurs californiens ont étudié par IRM les effets d'une année d'enseignement en maths sur les cerveaux d'élèves à l'école élémentaire¹³. Dans des tests d'addition et de soustraction les élèves de CE2 (8-9 ans) étaient meilleurs que ceux de CE1 (7-8 ans) et leur cerveaux montraient plus d'activités dans les régions spécialisées dans le maniement des nombres. De plus, les connexions de ces régions avec celles impliquées dans la mémoire et l'attention étaient plus développées. Ces résultats ont été observés aussi bien chez les filles que chez les garçons. Cette expérience est une belle démonstration du rôle de l'apprentissage scolaire dans la construction du cerveau et la mise en place de réseaux de neurones qui sous-tendent les fonctions cognitives, que ce soit en mathématiques ou dans d'autres matières.

C'est à partir de l'adolescence et chez l'adulte que des écarts de performances en maths en faveur des garçons ont longtemps été constatés¹⁴. En 1990 aux États-Unis, une étude statistique sur des millions d'élèves au lycée avait montré que les garçons réussissaient mieux que les filles dans des tests de mathématiques. Certains avaient interprété ce résultat comme étant le signe d'une inaptitude du cerveau des filles à faire des maths... La même enquête réalisée en 2008 montre cette fois que les filles obtiennent des résultats aussi bons que les garçons. Difficile d'imaginer qu'il y ait eu, en deux décennies, une mutation génétique du cerveau des filles qui les rende plus

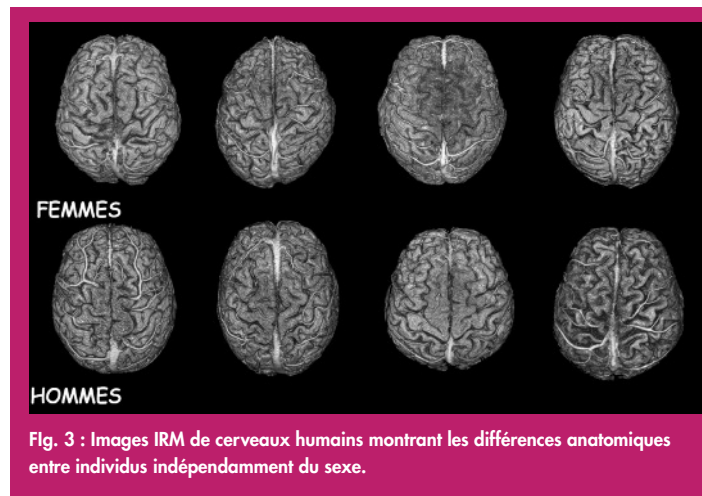


Fig. 3 : Images IRM de cerveaux humains montrant les différences anatomiques entre individus indépendamment du sexe.

matheuses ! Ces résultats sont en fait dus au développement de l'enseignement des sciences et à la présence croissante des filles dans ces filières.

Une autre étude menée auprès de 300.000 adolescents dans 40 pays a montré que plus l'environnement socio-culturel est favorable à l'égalité hommes-femmes, plus les filles obtiennent de bons scores aux tests mathématiques¹⁵. En Norvège et en Suède, il n'y a pas de différence entre les garçons et les filles ; en Islande, les filles sont même meilleures que les garçons ; mais en Turquie ou en Corée, les garçons obtiennent de meilleurs résultats.

Conclusion

La plasticité cérébrale est un concept-clé pour aborder la question de l'origine des différences et des similarités entre les sexes². Ce concept apporte un éclairage neurobiologique fondamental sur les processus de construction sociale et culturelle des identités des filles et des garçons, des femmes et des hommes. Il vient ainsi conforter et enrichir les recherches en sciences humaines sur le genre^{1,16}. Il n'est plus tenable d'invoquer l'argument biologique pour justifier une prétendue supériorité des hommes dans les domaines scientifiques¹⁷. Un indice fort a été donné en 2008 par l'attribution du prix Nobel de médecine à Luc Montagnier et à sa principale collaboratrice Françoise Barré-Sinoussi (voir chapitre 11) : auparavant seul le patron du laboratoire était récompensé. On progresse dans la prise de conscience du rôle des femmes dans la société. Mais cette évolution est lente. La croyance au changement est souvent plus forte que le changement lui-même.

11. Spelke Elizabeth S., *Sex differences in intrinsic aptitudes for mathematics and science? a critical review*, American Psychologist, 60 : 950-958, 2005

12. Vidal Catherine, *Les filles ont-elles un cerveau fait pour les maths ?*, Paris, Le Pommier, 2012

13. Rosenberg-Lee M, Barth M and Menon V., *What difference does a year of schooling make? Maturation of brain response and connectivity between 2nd and 3rd grades during arithmetic problem solving*, Neuroimage 57: 796-808, 2011

14. Hyde Janet S and Mertz J. E., *Gender, culture, and mathematics performance*, Proceedings of the National Academy of Sciences, 106: 8801-8807, 2009

15. Guiso Luigi, Monte, F, Sapienza P and Zingales L, *Culture, gender, and maths*, Science, 320: 1164-1165, 2008

16. Vidal Catherine et Benoit-Browaëys D., *Cerveau, Sexe et Pouvoir*, Paris, Belin, nouvelle édition, 2015

17. Eliot Lise, *Bad sciences and the unisex brain*, Nature, 566:453-454, 2019

Dessin de Clémence, CM1, qui n'a pas fait de science à l'école¹



5 Stéréotypes : quelques définitions²

par Annick Boisseau et Véronique Slovacek-Chauveau

Pour comprendre les différences d'orientation vers les sciences entre filles et garçons, nous sommes amené-e-s à considérer des facteurs de type socio-culturel, en particulier les stéréotypes sur les sciences et les scientifiques, ceux associés aux notions de genre et de sexe, et ceux qui entourent les métiers scientifiques et techniques.

Stéréotype

Le stéréotype³ est une notion apparue en 1922, à propos d'études sur le racisme ; c'est un ensemble de croyances rigides voire caricaturales, concernant les caractéristiques supposées d'un groupe social, qui tend à standardiser les membres du groupe. Ces croyances ne différencient pas seulement les groupes, elles valorisent le groupe dominant et dévalorisent le groupe dominé, produisant une hiérarchie entre ces groupes. C'est le cas pour le racisme.

La psychologie sociale cognitive nous apprend que nous avons besoin de faire des catégories pour mettre de l'ordre dans notre représentation du monde « naturel » et aussi du monde social. Voilà où interviennent les stéréotypes.

Les stéréotypes évoluent dans le temps, ils ne sont donc ni figés, ni incontournables. Il est important d'en prendre conscience.

Représentation des scientifiques

Quand on demande à des enfants ou à des jeunes de décrire ou de dessiner un scientifique, c'est presque toujours un homme, barbu, plutôt vieux, comme ci-dessus. Il porte une blouse blanche et des lunettes. Il est entouré de tubes à essai et/ou « parle en équations ». De plus, les jeunes pensent que cet homme néglige sa famille et ne s'occupe pas de ses enfants. Savant fou ou complètement génial, il est incapable de communiquer avec les autres. Un prototype de l'informaticien : *Être un homme, peu sociable, logique, passionné par la technique, plus à l'aise avec les machines qu'avec les humains*⁴...

Voilà des modèles auxquels on n'a pas envie de s'identifier quand on est un garçon jeune et dynamique, et encore moins quand on est une fille tout aussi jeune et dynamique ! De plus, il semblerait qu'une mathématicienne, une physicienne... cela n'existe pas !

Cette caricature du scientifique est soigneusement entretenue par l'ensemble de la société : combien de personnes politiques ou de journalistes commencent leur discours en se présentant avec fierté comme « ayant toujours été nul-le en maths » ou « les ayant détestées » ! La publicité, le cinéma et autres médias ne sont pas en reste dans les représentations stéréotypées de scientifiques.

Image des sciences

Les sciences (les mathématiques tout particulièrement, mais aussi la physique, l'informatique, etc.) sont associées à des mots tels que « rigueur », « logique », « difficulté », « matière de sélection », « compétition ».

Ceci n'est pas nouveau, dans son *Dictionnaire des idées reçues*, Gustave Flaubert (1821-1880) avait soigneusement noté, en face du mot « mathématiques » : *dessèchent le cœur*.

Et pourtant l'intuition, l'imagination, la créativité sont tout aussi indispensables pour faire des sciences, même des mathématiques. Il est vrai que les horaires en baisse constante depuis des décennies en mathématiques et en physique dans le secondaire, tout en maintenant des programmes ambitieux en série S surtout, peuvent conduire à se focaliser sur l'aspect technique, répétitif, et donner aux élèves une image encore plus sèche, inhumaine, abstraite, désincarnée et donc moins attirante de ces matières.

A toutes ces idées reçues peu engageantes concernant les sciences et les scientifiques, s'ajoutent les stéréotypes sociaux de sexe et ceux sur les métiers.

1. Marie Odile Lafosse-Marin, *Les représentations des scientifiques chez les enfants, filles et garçons. Influence de la pratique des sciences à l'école primaire*. Thèse. Université Paris-Ouest Nanterre La Défense. École doctorale : « Connaissance, Langage, Modélisation », 2010 <https://bdr.u-paris10.fr/theses/internet/2010PA100071.pdf> ; Marie Odile Lafosse-Marin, Michel Laguës (dirigé par), *Dessine-moi un scientifique*, Belin, 2007

2. Pour tout ce chapitre, on pourra se reporter à *L'éducation des filles et des garçons : paradoxes et inégalités*, dossier de veille de l'IFE n°112, octobre 2016 <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/112-octobre-2016.pdf>

1er état des lieux du sexisme en France - Rapport n°2018-01-07 STER 038, publié le 17 janvier 2019 du Haut conseil à l'égalité entre les femmes et les hommes (HCEfh) http://www.haut-conseil-egalite.gouv.fr/IMG/pdf/hce_etatdeslieux-sexisme-vf.pdf

3. Nicole Mosconi, *Système scolaire et stéréotypes sexistes*

http://cache.media.education.gouv.fr/file/orientation-formations/16/5/SYSTeME_SCOLAIRE_STeReOTYPES_SEXUeS_402165.pdf

4. Isabelle Collet, *Effet de genre : le paradoxe des études d'informatique*, TIC et genre, Vol.5, n°1, 2011 <https://ticetsociete.revues.org/955>

Rapports sociaux de sexe

Concept forgé dans les années 1970 pour rendre compte de l'organisation sociale des rapports entre les femmes et les hommes, de la façon dont leurs rôles sociaux sont définis et des constructions culturelles que sont la féminité et la masculinité.

Genre

Toujours dans les années 1970, en travaillant sur les rapports de pouvoir entre hommes et femmes, des anthropologues féministes américaines ont fait émerger la notion de « genre ». Elles faisaient ainsi référence au rôle social des uns et des autres, par opposition au sexe biologique, afin de montrer que la place des femmes et des hommes dans la société est avant tout le produit d'une culture. Depuis l'introduction du genre comme champ d'étude (et non comme « théorie »), on différencie les termes de sexe et de genre : le terme genre est utilisé pour désigner la dimension sociale des rôles associés aux individus de sexe féminin et masculin. De plus, les chercheurs et les chercheuses s'accordent sur le fait que le genre est un système de normes de sexe qui institue une différenciation sociale et psychologique hiérarchisante des sexes, liant et subordonnant sous couvert de complémentarité, ce qui est défini/reconnu comme masculin à ce qui est défini/reconnu en miroir comme féminin. Ce système de normes de sexe est un puissant outil de naturalisation de la différence des sexes qui légitime dans notre univers symbolique la domination masculine. Associé à un système de normes de sexe, le terme genre est utilisé au singulier⁵.

Ce système de normes de sexe se traduit par des stéréotypes de sexe dont la psychologie sociale montre qu'ils ordonnent nos conduites dans la vie quotidienne et en particulier dans la vie scolaire.

Rôles de sexe

Traits, comportements, tâches, activités dans une société donnée qui définissent ce qu'il convient d'être et de faire lorsque l'on est une fille/femme, un garçon/homme.

L'ordre sexué détermine et organise l'ensemble des institutions (socio-politiques, économiques, juridiques, symboliques, donc la famille, l'école, le monde du travail, la culture) selon un système inégalitaire qui influence les conduites et caractéristiques individuelles et collectives et produit des inégalités de traitement au niveau de la société et de la famille.

Stéréotypes de sexe

Représentations schématiques et globalisantes concernant les caractéristiques des groupes sociaux des filles/femmes et des garçons/hommes qui contribuent à créer des différences hiérarchisées entre les sexes. Les normes du « féminin » et du « masculin » sont à la fois interdépendantes, différenciatrices et hiérarchisantes.

Par exemple : les hommes sont considérés comme compétitifs, rationnels et bons en mathématiques alors que les femmes sont réputées pour leur sensibilité, leur émotivité, leur sociabilité et leurs compétences en lettres. C'est ainsi que les disciplines scolaires deviennent elles-mêmes sexuées.

Dans le cas des stéréotypes de sexe, tout individu est réduit à des caractéristiques biologiques. *En choisissant quelques traits et en les désignant comme caractéristiques d'un groupe socio-culturel, les stéréotypes favorisent une appréhension schématique et faussée de l'autre, susceptible de favoriser les préjugés. Les stéréotypes ont une influence sur les individus qui interprètent leur position sociale à travers eux.*⁶

Les stéréotypes de sexe varient suivant les époques et les pays, ce qui illustre qu'il s'agit bien d'une construction sociale et culturelle. Un retour sur le passé : pour le philosophe Emmanuel Kant (1724 - 1804), *Une femme qui sait le grec est si peu une femme qu'elle pourrait bien avoir une barbe*. Un tour d'horizon sur les pays européens⁷ montre que la proportion de femmes ayant obtenu un doctorat de mathématiques/statistiques (catégorie de la Commission européenne) en 2016 varie fortement d'un pays à l'autre et avec des résultats inattendus : Pologne et France sont dans le bas du classement avec respectivement 18,8 % et 20,5 % alors que Portugal et Slovaquie sont dans le peloton de tête avec respectivement 65,2 % et 71,4 %.

Actuellement, en France, les mathématiques, et surtout l'informatique ont pris le relais du grec !

Si Marie Curie écrivait à sa fille...

*Si en te réfugiant dans les études
Tu deviens excellente dans toutes les matières
Si en étant refusée dans l'école de tes rêves car tu es une fille
Tu ne renonces pas à tes rêves*

*Si malgré les préjugés tu rejoins
Le laboratoire de physique
Si en travaillant tu découvres de grandes choses
Et grâce à ça tu reçois le prix Nobel*

*Si après de longues années de travail
Tu deviens directrice de laboratoire
Si tu as réussi tout ça grâce à ton talent
Alors tu seras une personne importante
Et prouveras que les filles peuvent faire autant que les garçons.*

Isaline (élève de 5^{ème})

(sur le modèle du poème de Rudyard Kipling « Tu seras un homme mon fils »)
in *Les stéréotypes mis en pièces : interroger les représentations de genre au collège par l'écriture théâtrale et le jeu*
<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01371933/document>

5. Nicole Mosconi, *Genre et pratiques scolaires : comment éduquer à l'égalité ?*
http://www2.ac-lyon.fr/etab/ien/rhone/mezyzieu/IMG/pdf/Genre_et_pratiques_scolaires_N_MOSCONI.pdf

6. Virginie Julliard, *Émergence et trajectoire de la parité dans l'espace public médiatique (1993-2007). Histoire et sémiotique du genre en politique à l'occasion du débat sur la parité*, thèse de l'université Paris 2, 2008, <http://www2.univ-paris8.fr/RING/spip.php?article406>

7. She Figures 2018, European Commission, page 26 https://ec.europa.eu/newsroom/just/document.cfm?doc_id=50074

L'impact des stéréotypes sur l'école

par Véronique Slovacek-Chauveau et Annick Boisseau

Notre société pose l'égalité des sexes comme une évidence fondamentale tout en reproduisant, voire encourageant le principe de domination masculine (Nicole Mosconi, 2014)¹. Elle est porteuse de stéréotypes qui nous influencent, souvent à notre insu et même contre notre volonté. Ils nous imprègnent dès la naissance, sont véhiculés par la famille, les structures d'accueil des jeunes enfants, les livres et les jouets, les médias, etc., puis par l'école.

Seule l'École a un projet explicite d'émancipation des individus et d'égalité entre tous et toutes (Isabelle Collet, 2012). Pourtant la mixité instaurée depuis plus de quarante ans en France n'a pas conduit automatiquement à l'égalité.

Quelle responsabilité du monde éducatif ?

Il n'est pas question d'accuser qui que ce soit ou de chercher des coupables. Il s'agit de prendre conscience de toutes les formes que peut prendre le sexisme ordinaire dans le monde éducatif et d'en tenir compte.

Au quotidien, nous enregistrons des signaux qui associent des activités, des traits de caractère, des compétences, des attitudes à un sexe plutôt qu'à un autre. Nous ne les laissons pas au vestiaire quand nous endossons notre rôle de parent ou de professeur. Les enseignant-e-s sont convaincu-e-s que l'École laïque et républicaine est très égalitaire et juste. C'est pourquoi nous avons du mal à admettre l'influence de ces stéréotypes.

Les inégalités de sexe qui perdurent dans notre système scolaire ne résultent pas d'une mauvaise volonté délibérée des acteurs et actrices du système éducatif. Bien au contraire, elles et ils sont plutôt animé-e-s, dans leur majorité, par un souci d'égalité. Mais elles et ils manquent de formation et de temps pour s'interroger efficacement. Le corps enseignant partage avec la société dans laquelle il vit les conceptions du Masculin et du Féminin, les représentations sexuées des disciplines, celles des métiers, des rôles sociaux et familiaux, et ne les abandonne pas en entrant dans un établissement scolaire.

Effets de ces stéréotypes sur les enseignant-e-s et sur les élèves

Attentes du corps enseignant et leurs conséquences²

Du primaire au supérieur, les enseignant-e-s valorisent le com-

portement scolaire des filles, leur application, leur calme et l'opposent à l'agitation mais aussi à une plus grande créativité des garçons. **Les enseignant-e-s imaginent que les garçons « peuvent mieux faire ».** Les filles, par contre, sont supposées « **studieuses mais au maximum de leurs capacités** ».

Ces discours, qui tendent à imputer les réussites scolaires des filles à leur travail et celles des garçons à leurs capacités, conduisent les filles à avoir une moindre estime d'elles-mêmes. Quand elles échouent, elles en concluent qu'elles sont définitivement incompétentes, alors que les garçons peuvent penser qu'il leur suffirait de travailler un peu plus.

La croyance des enseignant-e-s en la supériorité des garçons en mathématiques et des filles en français est décelée dès l'école primaire, alors que les différences de performance sont inexistantes. Les attentes qui en découlent fonctionnent comme « des prophéties auto-réalisatrices »³ : cela signifie qu'une opinion partagée par les adultes – parents et enseignant-e-s – est intégrée par l'enfant, devient une « vérité » à laquelle elle ou il doit se conformer, et aboutit à ce qui est appelé « l'auto-censure » des filles.

Les filles ont de moins en moins confiance en elles en mathématiques dès la quatrième et les garçons, à niveau égal, se considèrent plus doués que les filles. En mathématiques, quand ils se jugent très bons, les garçons s'orientent en S davantage que les filles se jugeant très bonnes. Cela conduit les jeunes filles à peu choisir des orientations scientifiques et techniques.

Ce manque de confiance en soi des filles, et les mécanismes d'auto-sélection qu'il génère, sont des constantes dans tous les résultats d'enquêtes menées en France et ailleurs, à l'école et dans le monde professionnel.

Dans les interactions enseignant-e/élèves, les études montrent que les garçons bénéficient d'un enseignement plus personnalisé et d'une plus grande part d'attention que les filles (44 % des interactions se font avec les filles contre 56 % avec les garçons). Des expériences d'un enseignement rigoureusement égal en temps engendrent une frustration chez les garçons. Cette disparité désavantage les filles, elles enregistrent le message implicite : « la réussite des garçons est plus importante que celle des filles » et peuvent intégrer l'idée que, plus tard, leur vie professionnelle passera obligatoirement au second plan, à leurs yeux et à ceux de leur entourage.

1. Pour les citations de ce paragraphe, voir la note 1 du chapitre 5.

2. Françoise Vouillot, in *Éducation et orientation : l'empreinte du genre en orientation*, revue L'école et la ville, n°10, 2012, pp 1-12

3. Catherine Marry, *Les paradoxes de la mixité filles-garçons à l'école. Perspectives internationales*, Rapport pour le PIREF et conférence du 16 octobre 2003 au Ministère de l'Éducation nationale (Paris) <http://back.ac-rennes.fr/orient/egalchanc/rapmixite22103.pdf>

Menace du stéréotype⁴

Ce phénomène a été mis au jour en 1995 par deux chercheurs en psychologie sociale de l'Université de Stanford aux États-Unis, Claude Steele et Joshua Aronson⁵. Ils se sont intéressés au stéréotype selon lequel les noirs seraient moins intelligents que les blancs et à son influence sur les performances des étudiants. Puis ils ont reproduit le même type d'expérience sur les performances des étudiant-e-s par rapport aux mathématiques.

Ils ont sélectionné des étudiant-e-s de deuxième année qui avaient de bonnes notes en mathématiques, et leur ont proposé un test trop difficile pour eux mais avec certaines questions abordables. Les garçons ont beaucoup mieux réussi que les filles.

Pour Steele, ce résultat n'a rien à voir avec une infériorité « naturelle » des filles par rapport aux garçons en mathématiques. Quand tout se passe bien, qu'elles ne rencontrent aucune difficulté, les filles réussissent comme leurs homologues masculins. Mais confrontées aux premières difficultés lors du test, les filles les interprètent comme une confirmation du stéréotype « les filles sont moins bonnes en mathématiques que les garçons ». Elles l'intériorisent, cela augmente leur anxiété par rapport aux mathématiques et elles perdent leurs moyens. Les garçons, en présence des mêmes difficultés, ne se sentent pas menacés, et passent à la question suivante.

Pour tester cette hypothèse, les chercheurs ont pris un nouveau groupe d'étudiant-e-s, et leur ont proposé le même test difficile, en les prévenant : « contrairement à ce que vous avez pu entendre dire, les filles réussissent ce test aussi bien que les garçons », La différence entre les filles et les garçons a disparu alors complètement. C'est donc bien l'angoisse du stéréotype qui empêchait les filles de réussir à leur mesure.

Différentes équipes françaises travaillent sur la menace du stéréotype⁶. Leurs conclusions, comme celles de Steele aux États-Unis, remettent en question l'idée d'un déterminisme biologique qui empêcherait les femmes de réussir dans les matières scientifiques.

Comportement dans les classes et identité sexuée⁷

Quand les jeunes filles disent préférer les études de langues ou ne pas aimer les mathématiques, nous trouvons cela normal et

considérons que **c'est leur choix**, mais s'agit-il réellement d'un choix ? D'un côté, les lettres, les langues sont du domaine de la communication, de l'échange avec l'autre ; quant aux sciences de la vie, elles s'intéressent à la vie, à l'humain. Toutes ces disciplines sont donc considérées comme féminines dans notre société. De l'autre, les mathématiques, la physique, l'informatique sont des sciences dites « dures », elles sont par conséquent tenues pour masculines. Voilà comment on en arrive à penser que les disciplines ont un sexe !

Les jeunes des deux sexes interagissent entre eux et face à des disciplines scolaires investies de connotations sexuées. La période de l'adolescence est particulièrement complexe pour la construction de l'identité sexuée. Chacun-e a besoin de prouver, à soi-même et aux autres, qu'elle/ il est bien une fille/femme ou un garçon/homme.

Dans la classe, les élèves apprennent à se positionner comme garçon ou comme fille. En mathématiques par exemple, l'appréhension affichée, l'in-

compréhension sont des comportements au travers desquels certaines adolescentes s'affirment comme « féminines ». Une certaine image de la féminité peut amener les filles à renoncer à briller pour ne pas entrer en compétition avec les garçons.

Évidemment, si une fille réussit très bien dans les matières scientifiques et qu'elle les aime, ce ne sont pas les stéréotypes qui vont la détourner des sciences ! Mais le problème se pose si elle a des doutes sur son orientation ou si elle n'obtient pas des résultats « suffisants » dans une discipline.

Les représentations stéréotypées des disciplines, ainsi que des professions vues comme masculines ou féminines constituent des entraves à l'évolution des mentalités aussi bien chez les élèves, que chez les parents et même les enseignant-e-s.

Les modèles présentés par le monde éducatif

Dans l'ensemble du système scolaire, les supports et contenus pédagogiques véhiculent des représentations stéréotypées des rôles selon le sexe en considérant le sexe masculin comme le référent universel du genre humain, à commencer par la grammaire. Les programmes ne prennent pas en compte l'apport des femmes aux connaissances et aux idées : c'est particulièrement vrai en histoire et en littérature, mais les disciplines scientifiques n'y échappent pas. Malgré les recommandations de 1997⁸,

Dans une classe de MPSI de 10 filles et 33 garçons, on veut créer une équipe de curling avec 6 élèves. On note X le nombre de filles dans l'équipe. Alors X compte le nombre de succès (le succès est de choisir une fille, puisqu'au curling, il faut balayer !) dans une suite de 6 choix d'élèves parmi 43, sans remise, avec une probabilité de succès de 10/43.

Exercice donné en 2016 dans une classe de MPSI.

4. Fabrice Gabarrot, *La Menace du stéréotype* <http://www.prejuges-stereotypes.net/espaceDocumentaire/gabarrot.pdf>

5. Claude M. Steele, *A Threat in the Air. How Stereotypes Shape Intellectual Identity and Performance of Women and African-Americans*, *American Psychologist*, 52, 613-629, 1997

6. Pascal Huguet et Isabelle Régner, http://www.ac-grenoble.fr/cio-annonaytounon/IMG/pdf/Les-maths_ont-elles_un_sexe.pdf
Alain Diger (IA-IPR), *Les filles ont un sentiment de réussite bien moindre que les garçons*, Dépêche n°183365 Mathématiques, mercredi 29 mai 2013
Virginie Bonnot : *Les stéréotypes légitiment les inégalités sociales, entretien avec Virginie Bonnot, psychologue sociale*
http://www.inegalites.fr/spip.php?page=article&id_article=2044

7. Françoise Vouillot, Serge Blanchard, Cendrine Marro, Marie-Laure Steinbruckner, *La division sexuée de l'orientation et du travail : une question théorique et une question de pratiques*, *Revue Psychologie du travail et des organisations*, - Volume 10 - Numéro 3 - p. 277-291, 2004

dans les manuels scolaires les femmes sont encore très largement minoritaires et presque toujours réduites à un rôle de mère et d'épouse. Dans un livre de mathématiques de terminale S paru en juin 2012, en introduction au chapitre sur les nombres complexes, on peut lire les définitions de l'adjectif « complexe » et de l'expression « faire des complexes ». Pour illustrer ces deux définitions, on présente sur une image un homme qui est complexe, et c'est plutôt flatteur. Par contre, sur une image située plus bas, une jeune femme fait des complexes et, bien sûr, cela concerne son poids..... Encore un livre de mathématiques pour rappeler aux jeunes filles qu'elles doivent être minces pour plaire, au lieu de les inciter à rêver et imaginer. Pour en savoir plus, nous recommandons de consulter les études menées par le Centre Hubertine Auclert⁹ sur des manuels scolaires.

Dans le quotidien de la classe, le contenu des exercices proposés aux élèves est souvent plus proche des intérêts des garçons. Il arrive aussi que les élèves soient confronté.e.s à des textes ou situations franchement sexistes (sujet au bac L en 1999¹⁰ ; absence totale d'autrice dans les sujets de français en première et de lettres en terminale L jusqu'au bac 2017¹¹, pour la première fois une écrivaine au programme de littérature de terminale L en 2017-2018 et des autrices au bac de français 2018¹² (suite aux consignes de la ministre de l'Éducation nationale en 2017). Les modèles d'identification pour les deux sexes restent très stéréotypés. L'influence du contenu des programmes, la présentation des manuels scolaires, les références, les illustrations, la formulation des problèmes peuvent induire des différences de réussite selon le sexe.

Tout au long de leur scolarité, les élèves sont confrontés à des exemples de répartition des rôles selon le sexe dans la hiérarchie scolaire. Elles/ils intériorisent le fait que les hommes sont davantage présents aux postes de direction et d'inspection, alors que les positions considérées comme inférieures par la société sont réservées aux femmes : enseignantes du premier degré, infirmières, femmes de service, secrétaires.

Orientation différenciée

Le processus d'orientation

Les choix des élèves ne sont pas seulement déterminés par

leurs capacités cognitives mais l'identité sexuée y joue un rôle essentiel. La mise en route de ce processus suppose de mettre en adéquation l'image que l'on a de soi-même, celle que l'on veut donner aux autres, avec l'image des filières dans lesquelles on envisage de s'orienter, du métier que l'on souhaite exercer. En outre, une étape essentielle de l'orientation scolaire se fait à l'adolescence, période de grand bouleversement chez les jeunes. C'est un âge où, même s'ils sont en révolte contre la société, ils et elles n'en restent pas moins très conformistes dans leurs opinions relativement aux stéréotypes de sexe. Et les enseignant.e.s n'encouragent pas leurs élèves à faire des choix non conformes à leur sexe par peur qu'elles/ils rencontrent des situations difficiles à gérer.

Absence de modèles professionnels féminins

Par ailleurs, pour pouvoir se projeter dans un rôle professionnel, il est nécessaire d'avoir pu rencontrer des modèles réels ou fictifs de personnes de son propre sexe exerçant cette profession. Or, tant dans la réalité que dans la fiction (livres pour enfants, émissions télévisées, publicités, etc.), les femmes sont presque toujours représentées de manière très stéréotypée : insertions quasi-exclusivement familiales, activités domestiques et maternelles, professions peu variées et très traditionnelles ou à l'opposé « bombes sexuelles ». Il en résulte un manque d'exemples féminins valorisés et valorisants pour les filles. Des études¹³ montrent que les filles qui choisissent une orientation moins « traditionnelle » disposent le plus souvent d'un exemple de femme ayant eu elle-même un parcours atypique dans leur entourage proche (mère, tante, amie de la famille, ...). D'où l'importance des témoignages et des modèles qu'apportent les associations de femmes scientifiques.

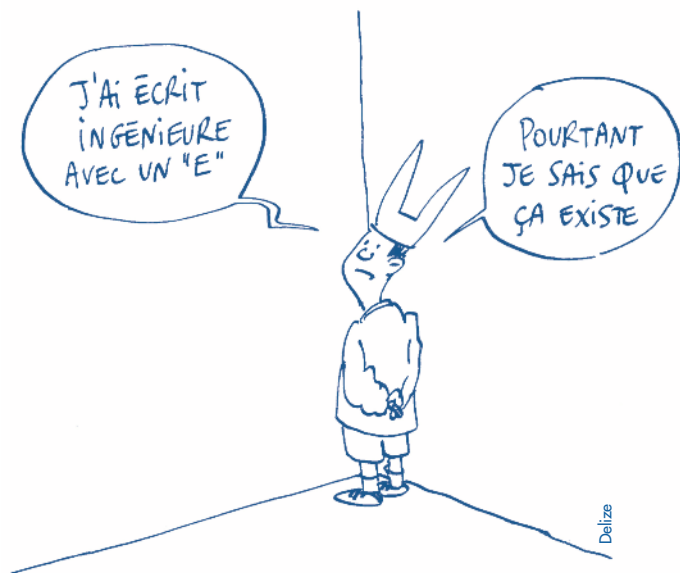
Filles et garçons doivent prendre conscience des rôles sexués stéréotypés qui limitent leurs ambitions et leur projet de vie. Les stéréotypes enferment les personnes dans des rôles prédéterminés qui limitent le potentiel de chacune et de chacun. Pour lutter contre les stéréotypes sexistes qui influencent les intérêts, les apprentissages et les performances des élèves, les adultes doivent leur apprendre à en prendre conscience pour pouvoir s'en détacher.



8. Simone Rignault et Philippe Richert, *La représentation des hommes et des femmes dans les livres scolaires* - Rapport au premier ministre, mars 1997
9. Différents documents sont disponibles, dont un guide pratique permettant d'analyser les manuels scolaires, <http://www.centre-hubertine-auclert.fr/publications>
10. Sujet du Bac L spécialité 1999, in Revue *femmes et math*, numéro spécial octobre 1999. L'absence d'auteur dans les sujets proposés au bac en 2016 a fait l'objet d'une question écrite par le sénateur Roland Courteau <https://www.senat.fr/questions/base/2016/qSEQ160622547.html>
11. Michèle Ferrand, Françoise Imbert, Catherine Marry, *Femmes et sciences : une équation improbable ? L'exemple des normaliennes scientifiques et des polytechniciennes*, Formation-Emploi, n° 55, p.3-18, 1996 https://www.persee.fr/doc/forem_0759-6340_1996_num_55_1_2156
12. https://www.lemonde.fr/campus/article/2018/06/20/bac-francais-2018-quatre-auteures-a-l-honneur-une-premiere-5317939_4401467.html
13. Marianne Blanchard, Sophie Orange, Arnaud Pierrel, *Filles + sciences = une équation insoluble ? Enquête sur les classes préparatoires scientifiques*, Collection du CEPREMAP, éditions rue d'Ulm, 2016.

7 Stéréotypes sur les métiers scientifiques et techniques

par Fatima Bakhti et Marie-Hélène Therre



Comme nous venons de le voir, de nombreux stéréotypes, liés à l'image des sciences et des scientifiques, et aux rapports sociaux de sexe, ne favorisent pas l'attrance des jeunes filles pour les études scientifiques et techniques. Les métiers sur lesquels débouchent ces études font eux aussi l'objet d'idées reçues dépassées qui contribuent également à repousser les jeunes filles.

Les stéréotypes portant sur les métiers sont plus ou moins visibles et véhiculent de nombreuses représentations réductrices et déformantes de la réalité des professions, des entreprises ou organisations du travail. Ils agissent sur les décisions des jeunes en amont de leur vie « active » et aussi lors des parcours professionnels. Ils sont diffusés, relayés dans les propos, les recommandations des parents, des éducatrices et éducateurs dans la sphère familiale et scolaire, des proches dans la sphère amicale, dans la société notamment à travers les réseaux sociaux et également dans le monde du travail.

Alors, si des études ou un métier sont stéréotypés négativement pour son sexe, il faudra que le ou la jeune témoigne d'une ténacité forte pour affirmer son envie, son centre d'intérêt, pour faire entendre son choix d'orientation, ou même songer à une profession connotée comme « masculine » ou « féminine ».

Quelques stéréotypes courants

Ils sont de plusieurs types et portent soit sur le milieu ou le secteur d'activités, soit sur une présumée incapacité de la jeune femme pour le métier, soit encore sur une incompatibilité « parce que... ».

Dans chaque domaine d'activité, la dimension du genre (masculin/féminin) est plus ou moins prégnante. Prenons quelques exemples pour illustrer nos propos :

« J'ai envie de réussir ma vie professionnelle et sans sacrifier ma vie personnelle »

Lors d'une étude le site de recrutement Glassdoor a interrogé près de 60 000 employé·e·s au cours de l'année 2016 et leur a demandé de noter leur métier en fonction du temps qu'ils et elles pouvaient consacrer à leur vie de famille. Sur la base des résultats obtenus, Glassdoor a établi un « top 25 » des métiers permettant de concilier carrière et vie privée, dans lequel le métier d'ingénieur·e apparaît à de nombreuses reprises¹.

« Les voitures : un monde d'homme ! »

Et pourtant Volvo a démontré le contraire en donnant « carte blanche » à huit femmes pour décider de la voiture YCC (Your Concept Car) en 2004-2005. Elles et leurs équipes mixtes ont construit une voiture innovante qui a été l'objet de plusieurs brevets et de changement des espaces utilitaires de la voiture. Citons également en France PSA Peugeot-Citroën, Renault, qui embauchent 25% de femmes parmi les ingénieur·e·s et cadres (exactement le pourcentage de leurs candidatures féminines), pour leurs compétences dans les divers métiers de production, de planification, de projets internationaux au sein de leur entreprise. Eh oui, leurs clients sont aussi des clientes !

« Pas facile de faire sa place dans un milieu masculin ».

Le monde du travail est engagé dans la lutte contre les discriminations et la promotion de la diversité. De nombreuses mesures sont prises dans les entreprises en faveur de l'égalité professionnelle : accompagnement des femmes à l'expatriation, temps partiel choisi, crèches d'entreprise, etc.

« Les filles sont des bosseuses et les garçons sont brillants »

Faux ! Mais malheureusement ces stéréotypes sont très répandus, ils se construisent dès la petite classe à l'école, et se retrouvent dans la vie professionnelle.

« Les métiers de l'informatique : c'est bon pour les garçons geeks ! »

Faux : de nombreuses femmes sont des informaticiennes et ce n'est pas un métier d'homme. Qui sont-elles ? En 2015, aux États-Unis des centaines d'informaticiennes ont posté leurs selfies montrant une diversité de femmes de tous âges, de toutes origines ethniques et de toutes passions².

« Dépanner un ordinateur : c'est impensable pour une femme »

Technologie et logique sont-elles l'apanage de l'homme exclusivement ?

« Les métiers d'ingénieur et les robots, c'est pour les garçons bricoleurs »

Les objets connectés et la robotique seront partout : en médecine, à l'école, ils seront présents dans chaque instant de notre existence... Ils permettent de travailler pour l'humanité, améliorer la vie des personnes, inventer et créer un nouveau monde, des nouveaux services pour les gens. Les filles ont toute leur place dans cette aventure.

« La sidérurgie, la métallurgie : des métiers d'homme »

Et pourtant des ingénieures dirigent des équipes de production, essentiellement masculines. Souvent la gestion de production est tellement planifiée que femmes et hommes peuvent programmer et gérer leur absence pour articuler leurs vies professionnelles et personnelles ! Si certaines activités peuvent requérir l'usage d'outils lourds dans des conditions pénibles, de nombreuses solutions sont mises en place dans les entreprises pour permettre à tous et toutes de pouvoir les manipuler. Les fédérations professionnelles proclament : « Nous n'avons plus besoin de muscles, mais de neurones ! » et les femmes, formées comme leurs collègues masculins et ayant le même diplôme qu'eux, profitent des opportunités d'emplois.

Les attitudes obligatoirement viriles des hommes et celles des femmes naturellement maternelles sont dépassées, tout comme les restrictions et discriminations à l'embauche pour les femmes dans certains métiers. Alors pourquoi continuer à enfermer les jeunes dans des catégories étanches et caricaturales ?

Ayons de l'ambition pour ces jeunes filles, ces femmes et, plutôt que de leur imposer nos stéréotypes, ayons confiance dans leur capacité à exprimer leur centres d'intérêts : ainsi nous les aiderons à prendre leur autonomie, à se « dé-limiter » dans leur choix !

2. #looklikeanengineer <http://www.leparisien.fr/laparisienne/societe/parite-oui-elle-est-ingenieur-informaticienne-05-08-2015-4991533.php#xtref=https%3A%2F%2Fwww.google.com>



Femmes dans les métiers scientifiques et techniques

Recherche publique et recherche privée

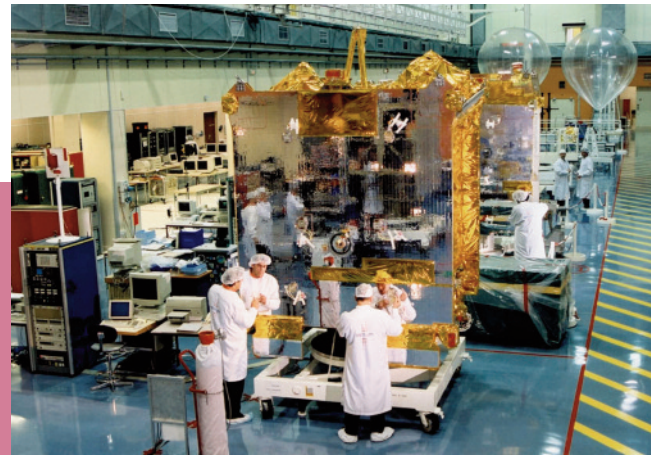
par Fatima Bakhti, Claudine Hermann, Evelyne Nakache, Nicole Roinel, Marie-Hélène Therre et Sylvaine Turck-Chièze

En dépit de tous les stéréotypes que nous venons d'analyser, des femmes – bien qu'encore trop peu nombreuses - exercent aujourd'hui des métiers scientifiques et techniques. Nous dressons maintenant un bref panorama de leur situation et montrons pourquoi les entreprises souhaitent en recruter davantage. Ceci devrait inciter les jeunes filles à se diriger vers ces métiers.

Beaucoup de métiers font aujourd'hui appel à une formation scientifique et technique, et sont très intéressants à tout niveau de qualification pour les raisons citées ci-dessous. Les débouchés sont nombreux aux niveaux technicien-ne, ingénieur-e, chercheur-se, dans le secteur public comme dans le privé. Par exemple, dans le domaine du climat l'ADEME est une agence nationale dévolue à la gestion de l'énergie, l'ANDRA aux déchets nucléaires. Il y a aussi des agences régionales de gestion de l'eau ; des laboratoires d'analyse de l'eau existent dans chaque département ; la police scientifique recrute des spécialistes en balistique, explosifs, toxicologie, empreintes génétiques...

Les professions de santé, qui attirent beaucoup les jeunes filles, sont actuellement des métiers scientifiques et techniques à part entière. Pas de diagnostic médical sans instrumentation qui requiert de solides bases techniques en physique (imageries médicales à l'aide de rayons X, d'échographie, d'IRM...). Beaucoup de thérapies reposent sur des appareils pour certains très sophistiqués (radiothérapie, PUVAthérapie, mésothérapie). La pharmacie s'appuie sur de solides compétences en chimie analytique et chimie organique. L'industrie pharmaceutique emploie plus d'ingénieur-e-s que de pharmacien-ne-s. Les jeunes filles attirées par le domaine de la santé pourraient s'intéresser à l'ingénierie biomédicale car elles découvriront des métiers variés et utiles.

Il n'est pas question de faire ici une présentation exhaustive des métiers que l'on peut exercer à l'issue d'études scientifiques ou techniques, courtes ou longues. Dans ce chapitre nous nous focalisons sur la recherche publique et privée, et la place qu'y



occupent les femmes ; au chapitre 9, nous décrivons la situation des femmes ingénieurs.

Variété des personnels et des talents dans la recherche

Dans les équipes de recherche, se côtoient des chercheur-e-s et des ingénieur-e-s, qui ont fait des études longues (bac+5 à bac+8), et des technicien-ne-s qui ont suivi des études plus courtes (DUT, BTS...). Tout le personnel d'une équipe est embarqué dans la même aventure !

De plus la recherche, dans le secteur public comme dans le privé, présente un certain nombre de caractéristiques : polyvalence et pluridisciplinarité, environnement international (maîtrise de l'anglais, découverte des cultures), adaptation permanente aux thématiques nouvelles, et enfin compétition, un mot que l'on évoque plus souvent à propos du sport. Ceci veut dire qu'il faut toujours essayer d'être au plus haut de ses performances. Cette exigence nécessite de s'organiser pour articuler sa vie professionnelle avec sa vie personnelle, ce qui est heureusement possible dans ce type de métier..

Les femmes dans la recherche publique

Conditions de travail : des atouts mais aussi des exigences

La liberté relative d'organiser son travail est un atout favorable à l'articulation de la vie privée avec la vie professionnelle : ce point est tout autant valable pour les hommes que pour les femmes. Mais la forte compétition au niveau international exige que chacun-e ne compte pas son temps. Dans la recherche publique, les publications dans des journaux spécialisés sont le gage du rayonnement des chercheurs. De fait, quand on est passionné-e par son métier et pris-e par un problème que l'on cherche à résoudre, la frontière entre travail et vie personnelle devient ténue.

Présence des femmes dans la recherche

Le métier de chercheur-se est peu connu du grand public même s'il semble très attractif. En 2015¹ on comptait 604.700 personnes en recherche et développement (R&D), soit 428.600 équivalents temps plein (ETP) dont 65% de chercheur-se-s ; parmi ces chercheur-se-s il y en avait 165.800 ETP en entreprise (dont 20 % de femmes, soit 33.200 femmes) et 111.800 ETP dans les administrations (dont 37 % de femmes, soit 41.400 femmes). En revanche parmi les personnels de soutien à la recherche publique, les femmes étaient plus nombreuses que les hommes (61 % de femmes).

Les chercheuses, en proportion plus forte dans la recherche publique qu'en R&D, sont de plus en plus amenées à prendre de hautes responsabilités.

La situation au CNRS²

Le CNRS est le plus grand organisme de recherche public français. Fin 2017, il comptait 36.683 personnels dont 24.528 personnels permanents. Parmi ces derniers il y avait 43 % de femmes, dont 35 % de chercheuses. La proportion de femmes était très inégale selon les disciplines : les femmes représentaient alors 17,6 % des chercheur-se-s en mathématiques, 22,8 % en sciences de l'information, 21,5 % en physique, 33,6% en chimie, 23 % en sciences de l'ingénierie et des systèmes, 42,9 % en sciences biologiques. Pour l'ensemble des disciplines, elles étaient 38,1 % des chargé-e-s de recherche (CR), mais seulement 29,2 % parmi les directeur-trice-s de recherche (DR) (par comparaison, à l'université en

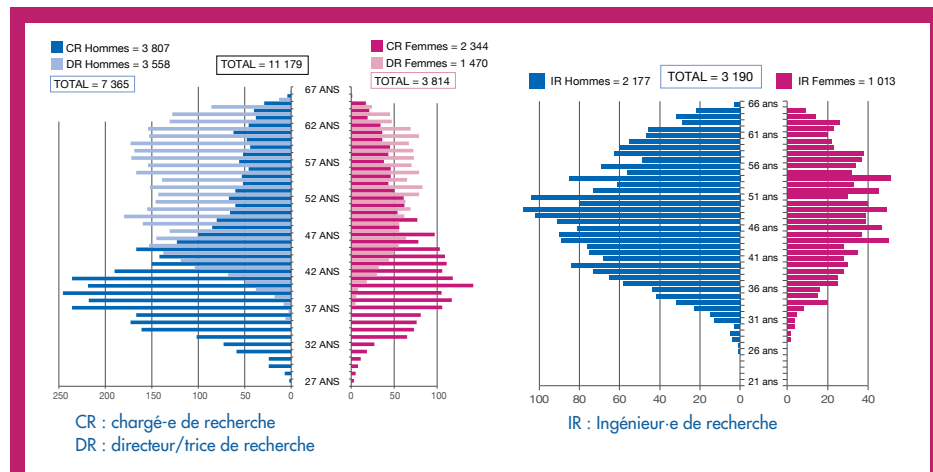
2017³, 44 % des maître-ss-e-s de conférences étaient des femmes, mais seulement 24 % des professeur-e-s).

Les stéréotypes évoqués dans les chapitres précédents sont en cause pour la répartition entre disciplines ; en revanche les difficultés de promotion des femmes cadres dépassent le seul secteur de la recherche...

La figure ci-dessous montre à gauche les pyramides des âges et les postes occupés par les chercheur-se-s permanent-e-s du CNRS au 31 décembre 2017. Il est clair que les femmes deviennent plus tard directrices de recherche que les hommes, à partir de la quarantaine, lorsque les charges familiales, en particulier celles liées aux enfants, s'allègent ! À titre de comparaison les pyramides de droite pour les ingénieur-e-s de recherche montrent une situation plus égalitaire en forme (mais non en nombre).

Dans la recherche privée⁴

En 2015, 20 % des chercheur-se-s et 27 % des personnels de soutien à la recherche étaient des femmes, avec une présence dans les entreprises très différente selon les branches d'activité. Les chercheuses étaient 59 % dans l'industrie pharmaceutique et 49 % dans l'industrie chimique, mais leur part tombait à 17 % ou moins dans les secteurs considérés plus masculins tels que l'aéronautique, les équipements de communication, l'automobile. (Dans la recherche publique, on note une répartition analogue selon les disciplines correspondantes.)



Les données sources de la pyramide des âges des personnels permanents du CNRS sont tirées du Livret « Bilan social et parité 2017 » du CNRS avec l'aimable autorisation de la Mission pour la Place des femmes au CNRS². Sur les pyramides de gauche relatives aux chercheur-e-s permanent-e-s, le grade supérieur est figuré en couleur plus claire. (Source CNRS)

1. La plupart des données statistiques de ce chapitre sont tirées des Ch. 37 et 38 du document *L'état de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en France* : <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid132899/l-etat-de-l-enseignement-superieur-et-de-la-recherche-en-france-n-11-juillet-2018.html> de la publication du MESRI « L'état de l'Enseignement supérieur et de la Recherche n°11 Recherche », 371 Les moyens humains de la recherche et développement https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/T497/les_moyens_humains_de_la_recherche_et_developpement/

2. Les données sur la place des femmes au CNRS sont tirées du *Bilan social et parité 2017* <https://blog-rh.cnrs.fr/le-bilan-social-et-parite-2017-du-cnrs/> Site de la Mission pour la Place des femmes au CNRS : <http://www.cnrs.fr/mpdf/>

3. *Enseignement supérieur et recherche –Vers l'égalité femmes hommes ? Chiffres clés (parution 2019)* http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Egalite_et_discrimination/52/9/parite2019_1087529.pdf En particulier : <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid35339-cid139695/esri-chiffres-cles-de-l-egalite-femmes-hommes-parution-2019.html>

4. *L'état de l'Enseignement supérieur et de la Recherche n°11 Recherche, 381 La parité dans la recherche* https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/T497/les_moyens_humains_de_la_recherche_et_developpement/

Dans les entreprises, la frontière entre recherche et développement (R&D) et les autres secteurs (production, management, etc.) n'existe pas car la politique de ressources humaines est de faire évoluer les personnels pendant leur carrière d'un secteur à un autre.

Pour favoriser la diversité des points de vue, de plus en plus d'entreprises veulent attirer davantage de femmes dans leurs équipes : question d'opportunité ou préoccupation réelle ?

La finalité de l'entreprise est d'offrir des services ou produits à une clientèle ciblée et de développer sa performance économique. Ne pas prendre en considération les diversités, les différences de points de vue, d'intérêts de ses partenaires, sa clientèle et ses fournisseurs, la condamne à disparaître faute d'adéquation à un environnement de plus en plus ouvert, varié et concurrentiel. Aujourd'hui, quelle que soit leur taille, des entreprises affirment qu'augmenter le nombre des femmes dans leurs équipes est une composante importante de leur stratégie de développement. Intégrer plus de femmes est effectivement un atout quand les entreprises tentent d'accroître et de pérenniser leur performance car⁵ :

- prendre soin de cette dimension des ressources humaines met en valeur les forces, les talents, les apports de chacun-e, autorise le partage des idées et ainsi « fait grandir » l'innovation. Les collaboratrices peuvent, entre autres, refléter les besoins et les goûts de la clientèle féminine et élargir la gamme des produits pour tous et toutes ;
- la multiplicité des perceptions des décideurs, des concepteurs des produits de l'entreprise permet de prendre en compte la richesse et la complexité du monde extérieur : son environnement, sa clientèle, ses partenaires et les communautés au sein desquelles l'entreprise opère ;
- il n'est plus à démontrer que la diversité des profils dans l'entreprise est un facteur de performance économique et sociétale ; l'entreprise est un acteur dans la société civile et sa performance est génératrice d'emplois et d'innovation⁶ ;
- a contrario, la pérennité de l'entreprise pourrait être fragilisée à long terme par manque de renouvellement des compétences : or les femmes sont de plus en plus qualifiées, surtout dans le domaine des sciences et des technologies.

Aidons les femmes à découvrir les opportunités des métiers, des fonctions où elles sont sous-représentées et à gérer l'évolution de

leur parcours professionnel et personnel. Attirer et fidéliser plus de femmes est un enjeu et un défi pour les entreprises et leur permet d'affirmer leur rôle responsable dans la société ; c'est aussi l'occasion de moderniser leurs pratiques de management des ressources humaines. En effet continuer à mettre en œuvre des stéréotypes engendrerait des discriminations ; citons cette directrice des ressources humaines : « Notre politique homme/femme a été un catalyseur de changement et d'innovation sociale au sein de l'entreprise et les hommes en profitent aussi »⁷.

Perspectives

En 2019, l'Égalité entre les femmes et les hommes est déclarée grande cause du quinquennat du président de la République ; chaque ministère s'engage à agir en coordination et présente sa feuille de route en faveur de l'égalité entre les femmes et les hommes⁷. Le Prix Irène Joliot-Curie du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, en partenariat avec Airbus, récompense chaque année trois femmes scientifiques.⁸

La situation des femmes dans la recherche, publique comme privée, évolue et il est important que le monde éducatif relaie ce message. En effet entre 2010 et 2016 le pourcentage de chercheuses a lentement progressé de 19% à 21% dans la recherche privée et il a augmenté de 33 à 39 % dans la recherche publique⁹. En entreprises, 10 % des chercheur-se-s sont titulaires d'un Doctorat et parmi eux, on compte 25 % de femmes. 56 % des chercheur-se-s en entreprise sont titulaires d'un titre d'ingénieur-e et parmi eux, on compte 16 % de femmes.

La présence des femmes évolue proportionnellement plus rapidement que celle des hommes, mais encore trop lentement pour assurer la diversité dans les équipes et répondre au souhait des entreprises, qui cherchent à recruter davantage de femmes de formation scientifique ou technique. Nombreuses sont les entreprises, grands groupes et entreprises de taille intermédiaire, à mettre en œuvre de manière créative des actions Égalité entre les femmes et les hommes ou Diversité et Santé au travail^{10,11}. Depuis 2019 c'est une obligation légale¹².

Il faut ensuite aider ces femmes à « manager » leur carrière dès le début et à valoriser leur rôle dans l'organisme ou l'entreprise qui les emploie. Des réseaux de femmes s'y emploient... mais ceci est une autre histoire, à raconter dans un autre livret !

5. Dans une étude récente auprès de 50 000 managers de 80 pays, des cadres dirigeants aux responsables de sites, le groupe SODEXO a montré que les équipes managériales situées dans une fourchette de 40% à 60% d'hommes et de femmes obtiennent en moyenne de meilleurs résultats, plus durables et prévisibles.

Un autre exemple, celui d'Artélia : cette entreprise de taille intermédiaire dans le secteur de l'ingénierie a engagé une démarche innovante consistant à inclure davantage des points de vue de femmes et d'hommes dans les bâtiments, l'urbanisme, les aménagements des communes, qu'elle conçoit pour ses clients.

6. Sylvie Rançon, Directrice des Ressources Humaines France de Schlumberger en 2005, et pas uniquement elle...

7. http://www.najat-vallaud-belkacem.com/wp-content/uploads/2016/03/2016_FdR-2016_MENESR.pdf

8. <https://grande-cause-quinquennat.gouv.fr/>

9. http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Egalite_et_discrimination/52/9/parite2019_1087529.pdf, p.50

10. *Loi en faveur de l'égalité réelle entre les femmes et les hommes dans la vie professionnelle du 4 août 2014*

<http://www.familles-enfance-droitsdesfemmes.gouv.fr/loi-du-4-aout-2014-pour-legalite-reelle-entre-les-femmes-et-les-hommes-un-an-apres-des-mesures-effectives/>

11. *Égalité professionnelle Femme/Homme : des entreprises qui s'engagent – Edition 2016-2017*, guide de Nora Barsali, parrainé par le ministère des familles, de l'Enfance et des Droits des femmes et par les services du défenseur des Droits <http://www.defis-rse.fr/EgaliteProfessionnelleHommeFemme/#p=1>. Ce guide montre la diversité des actions probantes d'entreprises des secteurs technique et industriel pour mettre en œuvre une politique d'égalité professionnelle.

12. Inscrit dans la loi *Liberté de choisir son avenir professionnel*, adoptée en août 2018, l'Index de l'égalité femmes-hommes (décret d'application au Journal Officiel du 9/1/2019) concerne toutes les entreprises d'au moins 50 salariés [...]. Chaque année elles devront calculer cet Index à partir de plusieurs indicateurs, rendre public la note qu'elles obtiennent et, le cas échéant, prendre des mesures correctives pour réduire les disparités salariales entre les femmes et les hommes. <https://travail-emploi.gouv.fr/actualites/l-actualite-du-ministere/article/publication-du-decret-index-de-l-egalite-femmes-hommes>



© ThinkstockPhotos

Femmes dans les métiers scientifiques et techniques

Les femmes ingénieurs

par Marie-Hélène Therre et Fatima Bakhti¹

Le métier de base de l'ingénieur-e consiste à poser et résoudre de manière toujours plus performante des problèmes souvent complexes, liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre, au sein d'une organisation compétitive, de produits, de systèmes ou de services, éventuellement à leur financement et à leur commercialisation. À ce titre, l'ingénieur-e doit posséder un ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique².

Dans l'industrie ou les services, la frontière entre ingénieure et femme scientifique n'est pas si simple à délimiter : la distinction réside dans l'orientation vers un métier de chercheuse ou d'opérationnelle, et une personne évoluera généralement entre ces métiers au cours de sa carrière.

En France, début 2018, sur 930 000 ingénieur-e-s de moins de 65 ans, on comptait près de 205 000 femmes, soit 22%. Parmi les ingénieures, 86% ont obtenu leur diplôme sous statut étudiant, 6% sous statut apprenti, les autres en formation continue³.

Quelques dates et références historiques

Les écoles d'ingénieurs s'ouvrent aux femmes

Il faut attendre les premières années du 20^{ème} siècle pour que certaines grandes écoles françaises s'ouvrent aux femmes :

- 1908 : Institut de chimie de Toulouse
- 1919 : École supérieure d'électricité
- 1924 : création par Marie-Louise Paris de l'École polytechnique féminine dont le diplôme sera reconnu comme diplôme d'ingénieur en 1938.

Dans les années 1950, de nouvelles écoles deviennent mixtes : celles de la FESIC (Fédération des écoles scientifiques de l'Institut catholique) et les INSA (Institut national des sciences appliquées).

Puis, c'est le tour des dernières grandes écoles non mixtes :

- 1964 : École nationale supérieure des arts et métiers
- 1972 : École polytechnique
- 1983 : École spéciale militaire de Saint Cyr à Coëtquidan

Il aura fallu près d'un siècle pour que toutes les écoles d'ingénieur-e-s accueillent des femmes !

Données chiffrées sur les ingénieures

Ces données sont issues du traitement comparé femmes-hommes réalisé par l'association Femmes Ingénieurs à partir de l'enquête d'IESF, Fédération des associations d'ingénieurs³.

En 1973, 600 femmes avaient obtenu le titre d'ingénieure, « soit à peine 5 % du nombre total de diplômés ». En croissance lente depuis l'ouverture des écoles d'ingénieur-e-s au début du siècle dernier, la proportion des jeunes filles dans ces écoles a doublé en 17 ans pour passer de 11 % en 1978 à 22 % en 1995 (Fig.1), mais elle a progressé trop lentement depuis, avec moins d'un tiers de filles aujourd'hui. En 2017-2018 les femmes représentaient 27,1% des étudiant-e-s des écoles d'ingénieur-e-s⁴.

Actuellement la population des femmes ingénieures constitue, en moyenne, 23 % des ingénieur-e-s de moins de 65 ans. Ce pourcentage atteint 30 % pour les moins de 30 ans, soit plus de 10 000 femmes diplômées chaque année. L'augmentation rapide des diplômées après les années 1970, suite à l'ouverture

1. Nous remercions Monique Moutaud qui a participé à la première version de ce chapitre (édition 2007)

2. La commission des titres d'ingénieur (CTI) <http://www.cti-commission.fr/> et aussi Film Youtube IESF/JNI/trophée video : <https://www.youtube.com/watch?v=-PiEX4iO9oU>

3. Observatoire des femmes ingénieurs https://www.femmes-ingenieurs.org/offres/doc_inline_src/82/Observatoire_FI_2017_4_pages.pdf
Les données qui suivent proviennent de cette référence.

4. Filles et garçons sur le chemin de l'égalité de l'école à l'enseignement supérieur - 2019
https://cache.media.education.gouv.fr/file/2019/73/2/depp-2019-filles-et-garcons_1089732.pdf

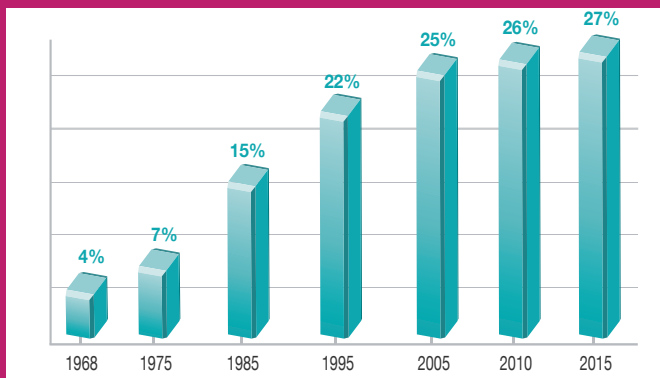


Fig. 1 : La progression de la présence des filles dans les écoles d'ingénieur-e-s
Source : Femmes Ingénieurs 2016

de toutes les Ecoles, stagne. Une projection à partir de ces dernières années ne laisserait espérer la parité que dans un siècle...

Les secteurs d'activités

Les femmes ingénieurs sont présentes dans tous les secteurs, avec une préférence pour le tertiaire plutôt que l'industrie (fig. 2), hors la chimie et l'industrie agroalimentaire.

Dans l'absolu le nombre d'ingénieur-e-s qui choisissent l'industrie décroît suite à l'évolution de la société. La moindre attirance des femmes pour l'industrie (32 % des femmes et 37 % pour les hommes) tend à diminuer dans les nouvelles générations, principalement dans l'industrie automobile et aéronautique.

Fait très préoccupant, les sociétés de services et d'édition de logiciels ne comptent que 12 % des femmes ingénieurs dans des fonctions techniques, ce qui est beaucoup trop faible compte tenu de l'importance de ces secteurs dans l'économie mondiale⁵.

Les contrats et salaires

Près de 9 ingénieurs sur 10 travaillent en entreprise privée ou publique, et 6 ingénieurs sur 10 dans des entreprises de plus de 2.000 salariés (Fig.3).

Ce métier est intéressant, car le taux de chômage y est faible et les salaires sont élevés. Il y demeure un écart salarial entre les femmes et les hommes.

Parmi les femmes ingénieurs, 82 % sont salariées, dont 81,4 % en CDI (contrat à durée indéterminée) et 6,5 % en CDD (contrat à durée déterminée) ; 5,3 % des femmes ingénieurs sont en recherche d'emploi (soit 2 % de plus que les hommes). Si on exclut celles qui cherchent un premier emploi, le taux d'ingénieurs demandeuses d'emploi n'est plus que de 3,5 %, soit presque trois fois moins que le taux de chômage des femmes dans l'ensemble de la population, à savoir 9,6 % en 2014⁶.

En 2017, le salaire annuel médian⁶ d'une femme ingénieur en début de carrière était de 36.300 € brut (soit 5 % de moins que les hommes). Dans la tranche des 40 à 45 ans, le salaire médian était de 64.172 € brut (soit 12 % de moins que les hommes). L'écart salarial se creuse avec l'âge du fait d'évolutions de carrières différentes.

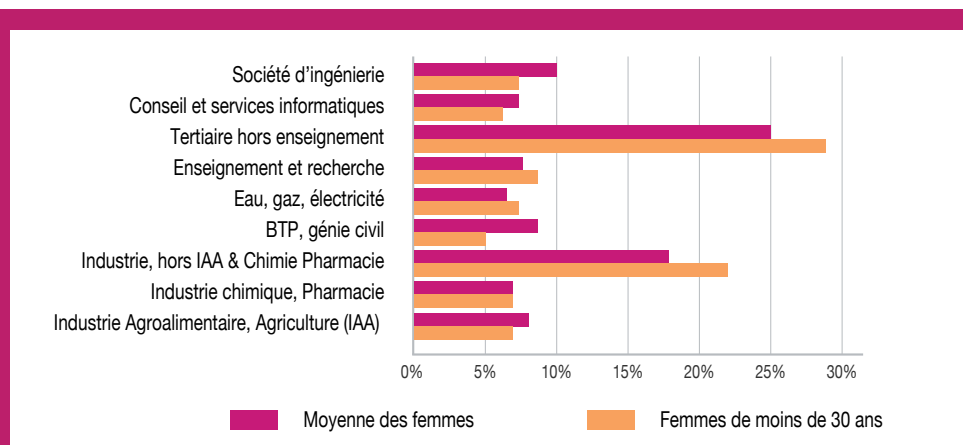


Fig. 2 : Répartition des femmes ingénieurs selon les différents secteurs d'activités

5. <https://femmes-numerique.fr/25-avril-journee-internationale-des-jeunes-filles-dans-le-secteur-des-tic/>

6. Le salaire médian (salaire brut annuel, primes et indemnités diverses incluses), est tel que 50 % des ingénieurs ont gagné plus que ce salaire et 50 % moins. Cette notion donne une meilleure vision de la distribution de la population que celle de salaire moyen. Ces salaires sont les résultats de l'Observatoire Femmes Ingénieurs sur les données 2017 de l'enquête d'IESF https://www.femmes-ingenieurs.org/offres/file_inline_src/82/82_P_38037_5d079ae9f2a28_1.pdf

Le futur de l'ingénieure

Tous les grands acteurs de secteurs variés du monde industriel (par ex : télécom, aéronautique, transports, BTP, numérique) organisent des opérations de valorisation pour attirer plus de femmes scientifiques et ingénieures vers les entreprises industrielles ou tertiaires.

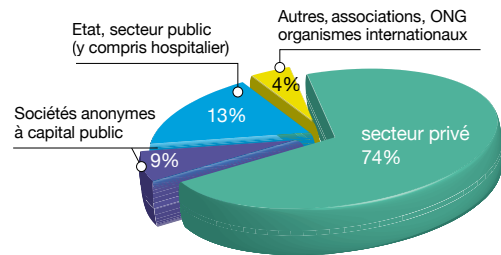
Ils rendent notamment les ingénieures plus visibles en organisant des événements comme la Journée internationale des jeunes filles dans le secteur du numérique⁷. Ils reconnaissent également leurs travaux, qui contribuent aux progrès économiques et sociaux, en soutenant leur candidature aux nominations de prix tels que les Trophées des Femmes de l'Industrie⁸, le concours Ingénieures CDEFI⁹, le Prix de l'Union Européenne pour les Femmes innovatrices et bien d'autres¹⁰.

Le départ en retraite des ingénieurs du « Papy boom », et l'arrivée d'une nouvelle génération de jeunes professionnel-le-s, seront-ils une opportunité d'évoluer vers des comportements plus à l'écoute des besoins et attentes de tous et de toutes et de mettre fin aux stéréotypes développés par plusieurs générations ? Nous devons y croire.



Une manager de production en maintenance aéronautique

Près de neuf ingénieures sur dix travaillent en entreprise



Six ingénieures sur dix travaillent dans des entreprises de plus de 2000 salariés

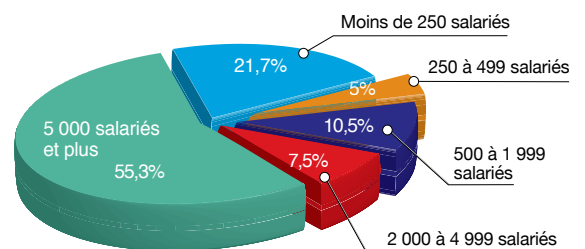


Fig. 3 : Type et taille d'entreprises dans lesquelles travaillent les ingénieures



7. <https://femmes-numerique.fr/actualites/> le 25 avril Journée internationale des jeunes filles dans le secteur des TIC (technologies de l'information et de la communication)

8. Une lauréate : <http://www.usinenouvelle.com/article/catherine-trevet-le-management-dans-la-peau-femme-de-production-2015.N350263> et une nominée : <http://www.usinenouvelle.com/article/isabelle-valentin-bianco-eloges-de-la-mixite.N351040>

9. <http://www.cdefi.fr/fr/actualites/une-nouvelle-edition-dingenieures-pour-conjuguer-ingenierie-au-feminin>

10. Voir la liste p.68 du Guide *Égalité professionnelle Femme/Homme : des entreprises qui s'engagent* – Edition 2016-2017, référence 11 du chapitre 8 précédent



10 Propositions d'actions pour les enseignant.e.s et les responsables de l'orientation

Par Véronique Slovacsek-Chauveau et Annick Boisseau

Voici des propositions destinées aux enseignant.e.s et aux responsables de l'orientation. Elles ne sont pas exhaustives mais suggèrent quelques pistes pour déjouer les stéréotypes et travailler sur les représentations sexuées des orientations et des métiers. L'idée générale que nous voudrions faire passer est de toujours garder à l'esprit cette préoccupation car elle peut trouver sa place dans de très nombreuses occasions. Beaucoup d'informations sont disponibles sur des sites institutionnels.¹

Dans la classe, au quotidien

- veiller à laisser le temps de réflexion et le temps de parole nécessaires, empêcher les interruptions,
- équilibrer la nature et la durée des interventions entre filles et garçons,
- nuancer les jugements pour ne pas décourager les jeunes,
- éviter d'assigner systématiquement certaines tâches connotées comme masculines ou féminines : par exemple demander aux filles d'effacer le tableau, aux garçons de porter un document chez le ou la chef-fe d'établissement,
- utiliser un langage « non sexiste »²,
- rappeler régulièrement que les filles sont aussi capables de réussir que les garçons en mathématiques, en physique, en informatique, ...
- être attentif-ve au sexisme véhiculé par les manuels scolaires.

et aussi

- proposer aux élèves, filles et garçons, de répondre au quiz en annexe de ce livret,
- parler de l'histoire des mathématiques³, de l'informatique⁴ des sciences, pour les inscrire dans la culture générale,
- présenter l'apport des femmes dans l'ensemble des disciplines (littérature, histoire, art, économie, sciences, etc.), hier et aujourd'hui,
- rendre les mathématiques et les sciences plus vivantes et humaines, montrer qu'elles sont produites par des hommes et des femmes qui travaillent en équipe, par exemple en faisant participer les élèves à des ateliers de type MATH.en.JEANS⁵ ou à des stages de type Science Ouverte⁶,
- montrer l'impact des sciences dans la vie quotidienne,

- parler des clubs et compétitions scientifiques⁷ et inciter les filles à y participer sans complexe,
- débattre des idées reçues concernant les filles, les femmes et les sciences en « Education morale et civique »,
- utiliser la Journée internationale des Droits des femmes du 8 mars pour engager des discussions avec les élèves.
- et celle du 11 février, journée internationale des femmes et des filles de science.

Orientation

Aide à l'orientation

- prévoir un temps de discussion, de recherche sur l'évolution des rôles respectifs des femmes et des hommes, l'égalité des sexes, le sexe communément attribué aux métiers, l'importance et les conséquences de mesures sociales (temps partiel, congé parental...),
- faire réfléchir l'ensemble des élèves sur les raisons qui président aux choix professionnels (famille, école, société, monde de l'emploi),
- consulter les sites sur l'égalité filles /garçons de l'Onisep et de Canopé⁸. Vous y trouverez de nombreux outils, parmi lesquels des documents pédagogiques sur les stéréotypes, mais aussi des témoignages de femmes scientifiques.

Le rôle et la responsabilité des enseignant.e.s dans l'orientation des élèves se trouvent fortement amplifiés par la réforme du lycée et par le dispositif « Parcoursup » qui peut provoquer des effets pervers : *La plateforme Parcoursup régule désormais l'orientation vers les études supérieures. Loin d'être uniforme, ce dispositif va produire des effets d'exclusion sur les publics les plus sensibles aux verdicts scolaires : les filles, et plus encore celles issues de milieux populaires.* (Fanny Bugeja-Bloch & Marie-Paule Couto, 2018).⁹

Conseil de classe

- être vigilant.e.s sur l'impact des stéréotypes qui influencent le jugement des potentialités des élèves,
- ne pas restreindre l'appréciation des filles à leur travail et celle des garçons à leur potentiel, voir par exemple l'article de Nicole Mosconi *Genre et pratiques scolaires : comment éduquer à l'égalité ?*¹⁰.

1. Le cadrage général sur le site du Ministère de l'Éducation nationale : <http://eduscol.education.fr/cid46856/egalite-filles-garcons.html>
Des initiatives par académie : <http://eduscol.education.fr/cid56592/initiatives-en-academies.html>

2. *Guide pratique pour une communication publique sans stéréotype de sexe* : <http://bit.ly/2fejwZ7>

3. *Filles et garçons à égalité*, Anne Boyé, revue Repères IREM n°104, juillet 2016 http://www.univ-irem.fr/exemple/reperes/articles/104_article_688.pdf

4. *L'informatique a-t-elle un sexe ? Hackers, mythes et réalités*, Isabelle Collet, L'Harmattan, 2006.

<https://www.editions-harmattan.fr/index.asp?navig=catalogue&obj=livre&no=22271&razSqlClone=1>

5. <http://www.mathenjeans.fr/>

6. <http://scienceouverte.fr/>

7. Voir par exemple le site d'Animath : <http://www.animath.fr/>

8. <http://www.onisep.fr/Equipes-educatives/Egalite-filles-garcons> <https://www.reseau-canope.fr/outils-egalite-filles-garcons.html>

<http://www.onisep.fr/Pres-de-chez-vous/Bourgogne-Franche-Comte/Dijon/Objetif-egalite/Objetif-egalite>

9. <https://laviedesidees.fr/Le-Parcoursup-des-filles.html>

- ne pas hésiter à proposer des orientations plus ambitieuses que les vœux exprimés par l'élève et la famille, si les résultats de l'élève le permettent, voir l'étude du Conseil national d'évaluation de l'enseignement scolaire (CNESCO) citée à la fin du chapitre.

Ouverture et culture scientifique

- organiser dans les établissements des rencontres avec des femmes exerçant des métiers scientifiques ou techniques. Ceci permet de proposer aux élèves des modèles auxquels ils ou elles peuvent s'identifier, et de leur prouver que la réalité est bien plus riche que ce que leur montrent les médias,
- utiliser le dispositif « Parcours Avenir »¹¹ de la 6^{ème} à la terminale, pour montrer que tous les métiers sont ouverts aux femmes et aux hommes,
- profiter des dispositifs de la réforme du lycée : 54h par niveau dédiées à l'orientation et à l'accompagnement.

Culture scientifique

- profiter de la Fête de la Science en octobre, de la Semaine des maths la troisième semaine de mars pour organiser des visites et des rencontres qui peuvent susciter des vocations chez les élèves filles et garçons,
- proposer aux élèves de participer à des actions ludiques : concours Kangourou¹², rallyes mathématiques organisés dans différentes régions,
- emprunter les expositions sur la culture scientifique et/ou les femmes et la science disponibles selon les académies. Autres exemples : « Les découvreuses anonymes » (WAX sciences), Infinités Plurielles (Marie-Hélène Le Ny).

Nos associations (F&S, FM, FI) proposent¹³

Initiatives

- « Ambassadrices pour les sciences » : des femmes scientifiques viennent témoigner dans les classes (F&S, FM, FI),
- Interventions dans les forums des métiers ou autres formes de manifestations (F&S, FM, FI),
- Journées « Filles et maths : une équation lumineuse » : organisées dans des universités pour sensibiliser les filles scolarisées de la 3^{ème} à la terminale, voire en classe prépa ou en licence (FM, avec le soutien de FI et en partenariat avec Animath)¹⁴
- Rendez-vous des jeunes mathématiciennes (RJM) : des lycéennes de bon niveau se retrouvent dans une université pour faire des maths ensemble et réfléchir à leur avenir (FM en partenariat avec Animath)¹⁴

- Action « Shadowing » : des collégiennes et des lycéennes suivent des ingénieures, durant une journée de travail en entreprise, afin de se projeter dans une carrière scientifique (FI en collaboration avec Orange),

Documents

- Vidéos et livret d'accompagnement pour enseignant-e-s *Témoignages filmés de parcours féminins - Osez et faites des sciences !* (F&S)¹⁵
- Exposition *Femmes en maths, pourquoi pas vous ?* (FM)¹⁶
- Exposition *La science taille XX Elles* (F&S, avec le CNRS Midi-Pyrénées, Ile-de-France, Auvergne - Rhône-Alpes)
- En partenariat avec l'Onisep, brochures *Zoom Métiers : Métiers des mathématiques et de l'informatique* et *Métiers de la statistique*. Des vidéos les accompagnent. (FM)¹⁷
- Brochure *40 femmes scientifiques remarquables du XVIII^{ème} siècle à nos jours* (F&S et FM)¹⁸
- Dépliant *Comme elles, osez devenir ingénieures ! 10 témoignages inspirants*, plaquette à destination des jeunes filles dans le cadre des interventions en établissements scolaires : présentation de rôles,
- Pochette *Ingénieure, pour nous les filles, une formation pluridisciplinaire technique, mais aussi humaine, économique et sociale pour des métiers variés*, document à destination des jeunes filles dans le cadre des interventions en établissements scolaires : présentation des études et du métier d'ingénieur

Les deux derniers documents se trouvent sur le site de FI dans « Les publications ».

Pour approfondir ce sujet :

- *Formation continue (Plan académique de formation du corps enseignant - PAF)*. Certains thèmes proposés peuvent faire avancer votre réflexion. Vous pouvez également susciter une session spécifique sur les questions de l'égalité filles-garçons et de l'orientation.
- *Formation en ligne ouverte à tous et toutes (FLOT) SILLAGES* « Être en responsabilité demain : se former à l'égalité femmes-hommes ». Cette formation libre et gratuite, de niveau licence, est accessible à tout-e-s et s'adresse entre autres à toutes les personnes ayant un lien avec l'éducation, en particulier les enseignant-e-s, futur-e-s ou déjà en poste. Elle traite de l'égalité réelle entre les femmes et les hommes, en abordant différents thèmes dont l'éducation, les stéréotypes, l'orientation, la parité et la mixité des filières et des métiers.¹⁹
- *Une étude du CNESCO : Comment l'école française aide-t-elle les élèves à construire leur orientation ?*²⁰
- *Formation à l'égalité filles-garçons : Faire des personnels enseignants et d'éducation les moteurs de l'apprentissage et de l'expérience de l'égalité (Haut conseil à l'égalité femmes-hommes)*²¹

10. http://www2.ac-lyon.fr/etab/ien/rhone/meyzieu/IMG/pdf/Genre_et_pratiques_scolaires_N_MOSCONI.pdf

11. <http://eduscol.education.fr/cid46878/le-parcours-avenir.html>

12. <http://www.mathkang.org/default.html>

13. Les associations sont désignées par leurs initiales : FS pour Femmes & Sciences <https://www.femmesetsciences.fr/>, FM pour femmes et mathématiques <http://www.femmes-et-maths.fr/>, FI pour Femmes Ingénieures <https://www.femmes-ingenieurs.org/>.

14. <https://filles-et-maths.fr/>

15. <http://www.femmesetsciences.fr/outils/documentation/jeunes-et-enseignants/>

16. <http://www.ihes.fr/~carbone/papiers/femmes-en-maths.pdf>

17. <http://www.onisep.fr/Publications/Zoom/Les-metiers-des-mathematiques-et-de-l-informatique>
https://www.sfds.asso.fr/fr/group/formations_et_metiers/470-zoom_sur_les_metiers/

18. https://www.femmesetsciences.fr/wp-content/uploads/2019/02/Brochure_Portraits-2018_4-2.pdf

19. <http://floi.sillages.info/?portfolio=se-former-a-legalite-femmes-hommes>

20. http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2018/12/181211_Cnesco_Orientation_Dossier_synthese.pdf

21. <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/174000144.pdf>

11 Portraits de femmes scientifiques, d'hier et d'aujourd'hui

par Fatima Bakhti, Annick Boisseau, Claudine Hermann, Véronique Slovacek-Chauveau et Marie-Hélène Therre

Pour terminer ce livret, présentons quelques femmes scientifiques d'hier et d'aujourd'hui. Elles sont des modèles pour les élèves d'aujourd'hui, elles ont su mener, ou mènent maintenant, en parallèle une carrière remarquable et une vie personnelle riche.



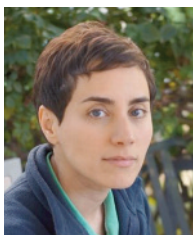
© Châtelet de Breteuil

Gabrielle-Emilie Le Tonnelier de Breteuil, marquise du Châtelet (1706-1749), autrice d'une traduction et de commentaires de l'ouvrage de mécanique de Newton qui font encore autorité aujourd'hui. Sa présentation de l'œuvre de Leibniz la fit classer parmi les dix plus grands savants de son époque. Elle fut admise à la prestigieuse académie des sciences de Bologne, plus ouverte aux femmes que son homologue parisienne.



© Comité International des Jeux Mathématiques

Sophie Germain (1776 -1831), correspondante sous un pseudonyme masculin, « l'élève polytechnicien Antoine Auguste Leblanc », des plus grands mathématiciens de son temps, Lagrange et Gauss. Elle fut lauréate du prix de l'Académie des sciences en 1815 pour ses travaux sur la théorie mathématique des surfaces élastiques.



Maryam Mirzakhani (Iran 1977- Etats Unis 2017), a participé aux Olympiades Internationales des Mathématiques en 1994 et 1995. Elle a étudié à l'université de technologie de Téhéran, puis soutenu une thèse à Harvard en 2004. Nommée professeure à Stanford en 2008, elle a reçu en 2014 la médaille professeur-e à Stanford en 2008. En 2014 elle a reçu la médaille Fields pour ses contributions exceptionnelles à la dynamique et la géométrie des surfaces de Riemann et de leurs espaces de modules. Elle a été la première femme à recevoir ce prix, la plus haute distinction internationale en mathématiques.

En 2019, l'Académie des sciences française compte 32 femmes parmi ses 268 membres, 5 femmes sur 70 correspondant.e.s, 12 femmes sur 117 associé.e.s étranger.e.s ; au Collège de

Y a-t-il eu des femmes scientifiques dans le passé ?

Malgré des structures peu favorables à l'éducation scientifique des filles (voir chapitre 3) des femmes ont fait un apport essentiel aux sciences à toutes les époques. Nous présentons ici quelques mathématiciennes et physiciennes :



Yvonne Choquet-Bruhat, première femme élue membre de l'Académie des sciences, y a été admise en 1979 dans la section Sciences mécaniques. Son domaine de recherche est situé à la frontière entre les mathématiques et la physique. Elle a créé de nouvelles méthodes mathématiques qui ont fourni une base solide pour l'étude de plusieurs théories physiques : relativité générale, hydrodynamique relativiste, théories de jauge non abéliennes, supergravité.



Sofia Kovalevskaja (1850 -1891), russe, première femme à avoir obtenu une thèse en mathématiques (1874), première professeure d'université en Suède (1884), connue pour ses travaux sur les équations aux dérivées partielles et pour un mémoire remarquable « Sur la rotation d'un corps fixe autour d'un point fixe », primé par l'Académie des sciences de Paris en 1888. Elle était proche des milieux nihilistes russes.



Karen Uhlenbeck mathématicienne américaine, spécialiste des équations aux dérivées partielles, a reçu le 18 mars 2019 le prix Abel, l'autre récompense la plus prestigieuse en mathématiques. C'est la première fois qu'une femme est honorée par ce prix. Elle a été aussi la première mathématicienne reçue à l'Académie nationale des sciences aux Etats-Unis en 1986 et la deuxième à avoir présenté un exposé en séance plénière lors de la Conférence internationale des mathématicien-ne-s en 1990.

France, parmi les 58 professeur.e.s il y a 12 femmes : cette institution date de 1530, la première professeure y a été nommée en 1979.

Les femmes et le prix Nobel¹

Récompense suprême instituée en 1901, le prix Nobel a été attribué jusqu'en 2018 compris, à 908 personnes dont 52 femmes (5,4 % des lauréat-e-s) et 27 organisations gouvernementales et non-gouvernementales¹. 2018 a été une année faste avec une lauréate en physique (la 3^{ème} depuis 1901) et une en chimie.

Rappelons qu'il n'existe pas de prix Nobel en mathématiques.

Parmi les lauréates de prix Nobel, 20 seulement ont été distinguées pour leurs travaux sur les 607 prix attribués en physique, chimie, et médecine ou physiologie, soit 3 % de femmes parmi les lauréat-e-s en sciences. Fait unique, Marie Curie a reçu deux prix Nobel dans des disciplines différentes, en physique et en chimie, soit 19 femmes scientifiques différentes nobélisées. Par ailleurs 14 femmes ont reçu le prix Nobel de littérature, 17 femmes celui de la paix, 1 femme celui d'économie.

Les femmes prix Nobel scientifiques

Prix Nobel de physique ou de chimie



Marie Curie - Skłodowska
1867-1934 France
1903 Physique - Phénomènes de rayonnement (radioactivité naturelle)



Marie Curie - Skłodowska
1867-1934 France
1911 Chimie - Découverte du radium et du polonium et nature des composés du radium



Irène Joliot-Curie
1897-1956 France
1935 Chimie - Synthèse de nouveaux éléments radioactifs



Maria Goeppert-Mayer
1906-1972 Etats-Unis
1963 Physique - Structure en couches du noyau



Dorothy Crowfoot Hodgkin
1910-1994 Grande-Bretagne
1964 Chimie - Détermination par diffraction de rayons X de la structure d'importantes substances biologiques



Ada Yonath
1939 Israël
2009 Chimie - Identification de la structure moléculaire du ribosome par cristallographie



Frances H. Arnold
1956- Etats-Unis
2018 Chimie - Evolution dirigée des enzymes



Donna Strickland
1959- Canada
2018 Physique - Méthode de génération d'impulsions optiques de haute intensité ultra-courtes

Prix Nobel de physiologie et médecine



Gerty Theresa Cori - Radnitz
1896-1957 Etats-Unis
1947 - Processus de métabolisme catalytique du glycogène



Rosalyn Yalow
1921 Etats-Unis
1977 - Elaboration de dosages par radioimmunologie des hormones peptidiques



Barbara McClintock
1902-1992 Etats-Unis
1983 - Eléments génétiques mobiles



Rita Levi-Montalcini
1909-2013 Italie
1986 - Découverte de facteurs de croissance



Gertrude B. Elion
1918-1999 Etats-Unis
1988 - Découverte de principes importants concernant le traitement par des médicaments



Christiane Nüsslein-Volhard
1942 Allemagne
1995 - Découvertes concernant la maîtrise génétique des premiers stades de développement de l'embryon



Linda B. Buck
1947 Etats-Unis
2004 - Travaux sur les mécanismes de l'olfaction



Françoise Barré-Sinoussi
1947 France
2008 - Co-découverte du virus de l'immuno-déficience humaine à l'origine du SIDA



Elizabeth H. Blackburn
1948 Australie
2009 - Co-découverte de la télomérase, une enzyme qui contrôle les chromosomes



Carol W. Greider
1961 Etats-Unis
2009 - Co-découverte de la télomérase, une enzyme qui contrôle les chromosomes



May-Britt Moser
1963 Norvège
2014 - Co-découverte de cellules constituant un système de positionnement dans le cerveau



Youyou TU
1930 Chine
2015 - Co-découverte d'un nouveau traitement de la malaria

1. https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/lists/women.html

Celles qui auraient dû avoir le prix Nobel



Lise Meitner (1878-1968), et Rosalind Franklin (1920-1958)

Deux femmes, proches collaboratrices de lauréats du Prix Nobel, auraient dû être associées à leur récompense : Lise Meitner (1878-1968), qui a écrit le premier article sur la fission nucléaire et a prédit la réaction en chaîne. C'est Otto Hahn, avec qui elle travaillait, qui a reçu, seul, le prix Nobel de chimie 1944 pour la découverte de la fission ; Rosalind Franklin (1920-1958) était morte depuis quatre ans quand Francis Crick, James Watson et Maurice Wilkins ont été récompensés par le prix Nobel en 1962 pour la découverte de la structure en double hélice de l'ADN, mais la contribution essentielle de Rosalind dans la détermination de la structure cristallographique a été passée sous silence.

Quelques femmes scientifiques remarquables d'aujourd'hui :

Parmi les nombreuses chercheuses ayant fait des apports importants à la science française, nous n'en présenterons que quelques unes, de disciplines et d'âges variés, dont la qualité des travaux a été reconnue par des récompenses prestigieuses.



Claire Voisin mathématicienne française, lauréate de la médaille d'or 2016 du CNRS, la plus haute distinction scientifique française, et membre de l'Académie des sciences depuis 2010. Elle est internationalement reconnue pour ses contributions majeures en géométrie algébrique complexe, réputée pour l'originalité et la diversité de ses travaux et distinguée par de nombreux prix. « Avec les mathématiques, on ne s'ennuie jamais » dit-elle. Elle est la première mathématicienne nommée professeure au Collège de France en 2016, titulaire de la nouvelle chaire de géométrie algébrique et y assure un cours depuis d'octobre 2016. En 2019, elle est lauréate du prix international L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science pour l'Europe.



Christine Petit (Prix L'Oréal-UNESCO 2004², Grand prix INSERM 2007, Prix Pasarow: Neuropsychiatrie), professeure à l'Institut Pasteur, professeure au Collège de France (chaire "Génétique et physiologie cellulaire"), membre des académies des sciences française et américaine. Pionnière dans l'étude des surdités héréditaires chez l'être humain (identification d'une vingtaine de gènes responsables de surdité, élucidation de leur physiopathologie), elle l'est aussi dans celle de la physiologie moléculaire de l'audition et dans le développement d'une démarche de va et vient permanent entre recherche fondamentale et médicale dans ce domaine. Elle a reçu en 2018 le prestigieux prix Kavli en neuroscience.



Nalini Anantharaman mathématicienne française, lauréate de plusieurs prix dont le prix Henri Poincaré en 2012 et la médaille d'argent du CNRS en 2013. D'abord professeure à l'université Paris-sud (Orsay), elle est professeure à l'université de Strasbourg depuis 2016. Ses thèmes de recherche sont principalement l'analyse et la physique mathématique. Elle étudie le chaos dans la propagation des ondes (chaos quantique), et plus récemment, l'analyse harmonique sur les grands graphes. Elle a longtemps hésité entre les maths et la physique mais, ayant plus de goût pour les questions abstraites, elle s'est spécialisée en mathématiques, en restant intéressée par la physique théorique.



Marie-Paule Cani est professeure d'informatique à l'Ecole Polytechnique, après plus de 20 ans à Grenoble-INP. Elle a reçu le prix Irène Joliot-Curie³ du mentorat en 2007, la médaille d'argent du CNRS en 2012, et plusieurs prix internationaux. Elle a occupé la chaire Informatique et Sciences du numérique au Collège de France en 2014-2015. Ses recherches en informatique graphique lui ont permis de développer avec ses équipes l'utilisation des surfaces implicites en modélisation et en animation 3D, de concevoir des modèles hybrides pour l'animation interactive des scènes naturelles, et plus récemment de rendre l'expression par création numérique plus accessible, en mariant création par gestes et modèles intégrant des connaissances et apprentissage.

2. Prix L'Oréal-UNESCO « Pour les femmes et la science », créé en 1998 www.forwomeninscience.com

3. Prix Irène Joliot-Curie, créé en 2001 par le ministère de la Recherche <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20159/prix-irene-joliot-curie.html>



Julia Kempe, chercheuse CNRS, a une brillante carrière d'informaticienne, à l'interface entre la physique et les mathématiques. Distinguée par de nombreux prix, français et étrangers (médaille de bronze du CNRS et prix Irène Joliot-Curie de la Jeune Femme Scientifique en 2006, trophée de la Femme en or de la recherche en 2010...), elle a consacré ses recherches à des algorithmes très particuliers destinés aux ordinateurs de demain, les machines quantiques, qui vont permettre de reculer les limites de complexité des problèmes traitables par ordinateurs. Son parcours scientifique lui a fait silloner le monde avant de trouver un point fixe en France et de retourner aux États-Unis, où elle est directrice du Center for Data Science à l'Université de New York après avoir travaillé quelques années dans le domaine des mathématiques financières en Autriche, Australie, Israël et États-Unis.



Nathalie Carrasco (prix Irène Joliot-Curie 2016 de la Jeune Femme Scientifique), ancienne élève de l'ENS Cachan, docteure en chimie, est professeure à l'université de Versailles-Saint Quentin où elle enseigne la chimie dans les atmosphères planétaires. Elle effectue sa recherche au LATMOS (Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales) : elle développe des expériences qui reproduisent au laboratoire les interactions entre le soleil et les atmosphères des planètes pour mieux comprendre les conditions d'apparition de la vie sur Terre il y a 3,8 milliards d'années. Elle est aussi très engagée dans la diffusion de la culture scientifique.

Parcours de techniciennes

Les techniciennes et techniciens participent aussi à l'aventure de la recherche, comme Anne Claire Pottin et Solenne Rey :



Anne Claire Pottin, DUT de chimie, deux ans de spécialisation en science de l'environnement en Angleterre, licence professionnelle de traitement et analyse de l'eau. Après deux ans d'expérience professionnelle, elle a été embauchée au Département d'Analyse et Surveillance de l'Environnement au CEA. Ses activités vont du prélèvement des échantillons à la mesure, en passant par l'amélioration ou la mise au point de nouvelles méthodes de séparation ou purification.



Isabelle Ledoux-Rak est professeure de physique à l'ENS Cachan. Ses travaux portent sur les propriétés optiques non-linéaires de molécules et de nanoparticules, en vue d'applications aux télécommunications et aux capteurs. Elle a reçu en 2015 le prestigieux Prix Holweck de la Société française de physique et de l'Institute of Physics, Royaume-Uni, pour ses études des non-linéarités optiques de complexes métalliques et de l'amplification optique dans des guides d'ondes polymères. Ses recherches actuelles portent sur des capteurs optofluidiques pour la détection de protéines et de polluants, à l'interface entre les sciences de l'ingénieur et le vivant.



Kumiko Kotera (médaille de bronze du CNRS 2016, Prix Young Star 2012 de la Société de Physique Américaine) est chercheuse CNRS à l'Institut d'Astrophysique de Paris, après avoir effectué des contrats post-doctoraux, à l'université de Chicago et au California Institute of Technology. Elle élabore des modèles théoriques pour expliquer les phénomènes les plus violents de l'Univers, en décryptant leurs messages (rayons cosmiques, neutrinos et photons) appelés "astroparticules". Elle est aujourd'hui l'une des porteuses du projet international GRAND (Giant Radio Array for Neutrino Detection), qui vise à détecter des neutrinos de très haute énergie.



Solenne Rey, titulaire d'un DUT Mesures Physiques et d'une licence professionnelle en techniques du vide et traitement sous vide des matériaux. Elle a travaillé pendant 7 ans au sein du groupe vide du Synchrotron SOLEIL à Saclay. En 2012, elle intègre le Pôle Accélérateurs et Sources d'Ions du Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie de Grenoble (CNRS-LPSC Grenoble) où elle a été promue ingénieure d'études. Ses activités principales sont l'exploitation de l'accélérateur GENEPI2 et la réalisation des calculs de dimensionnement des systèmes de vide pour des projets d'accélérateurs tels que MYRRHA et SPIRAL2.

Parcours d'ingénieures



Fanny Langevin, diplômée de l'Ecole Centrale de Lille, est responsable technique pour les clients en France après avoir été ingénieure de production dans une usine sidérurgique du groupe ArcelorMittal et avoir piloté des projets R&D européens. Passionnée par ce qui touche à la matière, elle a voulu par ce métier être au plus près des processus industriels et du tissu industriel. Elle apprécie tout particulièrement le travail en groupe afin de pouvoir faire partager ses compétences. Ce métier lui donne l'opportunité de développer son goût pour les sciences et les techniques tout en y associant une composante humaine importante.



Laetitia Bemba-Poindron, diplômée de l'université Pierre et Marie Curie, Paris, est ingénieure chez Nokia, responsable d'une équipe en Recherche & Développement et experte du "Network Management" (Gestion des équipements constituant les Réseaux Télécom). Elle a développé cette compétence en occupant successivement les postes d'ingénieure développement des modules de supervision des réseaux, de référent technique, et d'architecte logiciel en charge de concevoir des solutions innovantes de supervision de réseaux. Son leadership, son goût pour le travail en équipe, ses capacités à fédérer des équipes de cultures différentes, sont de solides atouts qu'elle utilise au quotidien dans son activité.



Isabelle Valentin-Bianco, ingénieure Centrale Marseille avec un master 2 en acoustique et vibrations et un doctorat en Mécanique du Solide, a 25 ans de carrière internationale dans l'automobile. Elle rejoint Autoliv France en 1994 pour créer les simulations numériques d'airbag. En 2004, elle part avec toute sa famille en Angleterre et en 2006 elle prend la responsabilité des équipes engineering textile pour l'Europe. En 2010, à Shanghai, elle installe la première usine textile du groupe en Chine. En 2012, Isabelle rejoint Faurecia, comme directeur Engineering Acoustique et Soft Trim Monde. En 2015, Isabelle est nommée au prix international du Trophées des Femmes dans l'industrie. Depuis 2017, elle dirige le développement produit Europe pour Plastic Omnium Clean Energy Sytems.



Faten Ammari, après un master de recherche en sciences de l'environnement, a effectué une thèse de doctorat à AgroParisTech (Paris) au laboratoire de Chimie analytique, où elle a acquis des compétences dans différentes techniques analytiques ainsi que dans le traitement de données par des méthodes mathématiques et statistiques (la chimiométrie). Elle a ensuite fait un premier post-doctorat à IRS-TEA (Montpellier) et un deuxième à l'université de Bordeaux-Montaigne. Elle vient d'être embauchée comme ingénieure-service à Arvalis-Institut du Végétal où elle a en charge le développement des applications en spectroscopie proche infrarouge dans les domaines de l'alimentation humaine, de l'alimentation animale, des végétaux et des sols.

La science d'aujourd'hui est un édifice où chacune et chacun apportent une pierre. Nous n'avons présenté ici que quelques femmes, mais beaucoup d'autres ont une contribution essentielle et toutes tirent une grande satisfaction de cette activité stimulante.

Les portraits des femmes scientifiques citées ont été documentés à partir des sites :

<http://www.agnesscott.edu/lriddle/women/germain.htm>

<http://www.agnesscott.edu/lriddle/women/chatelet.jpg>

<http://www.agnesscott.edu/lriddle/women/bruhat.htm>

<http://www.academie-sciences.fr/fr/Liste-des-membres-de-l-Academie-des-sciences/-/P/christine-petit.html>

et des informations fournies par les femmes scientifiques elles-mêmes.

12 Glossaire

- 3D : à trois dimensions (dans l'espace)
- ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
- ADN : acide désoxyribonucléique
- ANDRA : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
- BCPST : classe préparatoire biologie, chimie, physique et sciences de la terre
- BTP : Bâtiment et travaux publics
- BTS : Brevet de technicien supérieur
- CAP : certificat d'aptitude professionnelle
- CDD : contrat à durée déterminée
- CDEFI : Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs
- CDI : contrat à durée déterminée
- CDUS : Conférence de doyens et directeurs des universités scientifiques
- CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - De la recherche à l'industrie
- CE1 : cours élémentaire 1^{ère} année de l'école élémentaire
- CE2 : cours élémentaire 2^{ème} année
- CM1 : cours moyen 1^{ère} année
- CNRS : Centre national de la recherche scientifique
- CP : cours préparatoire
- CPGE : classe préparatoire aux grandes écoles
- CR : chargé-e de recherche
- CTI : commission des titres d'ingénieur
- DR : directeur/trice de recherche
- DUT : diplôme universitaire de technologie
- ENS : École normale supérieure
- ENSAIS : École nationale supérieure des arts et industries de Strasbourg
- ENSJF : École normale supérieure de jeunes filles
- ES : sciences économiques et sociales
- ESRF : European Synchrotron Research Facility, Grenoble : synchrotron européen
- ETP : équivalent temps plein
- FESIC : réseau de 28 grandes écoles d'ingénieurs et de management privées
- IESF : Ingénieurs et scientifiques de France, fédération d'associations d'ingénieurs et de scientifiques (anciennement CNISF)
- INP : institut national polytechnique
- INSA : Institut national des sciences appliquées
- INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale
- IRM : imagerie par résonance magnétique
- IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies de l'environnement et de l'agriculture (héritier du Cemagref)
- ISN : informatique et sciences du numérique
- IUT : Institut universitaire de technologie
- L : lettres
- MENESR : ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
- MP : CPGE 2^{ème} année mathématiques-physique
- MP* : voir ci-dessus ; l'étoile désigne une section de plus haut niveau, préparant en particulier aux concours des Écoles normales supérieures et de l'École polytechnique
- MPSI : CPGE 1^{ère} année mathématiques, physique et sciences de l'ingénieur
- Onisep : Office national d'information sur les enseignements et les professions
- PACES : première année commune aux études de santé
- PAF : plan académique de formation
- PC : CPGE 2^{ème} année physique-chimie
- PC* : voir ci-dessus ; l'étoile désigne une section de plus haut niveau, préparant en particulier aux concours des Écoles normales supérieures et de l'École polytechnique
- PUVATHérapie : irradiation du corps par les rayons ultraviolets (UVA) après la prise d'un médicament photosensibilisant (de la famille des psoralènes)
- R&D : recherche et développement
- S : sciences
- SI : sciences industrielles
- SIDA : syndrome d'immunodéficience acquise
- SOLEIL : Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire de LURE (Laboratoire pour l'Utilisation du Rayonnement Électromagnétique)
- STI2D : sciences et technologies de l'industrie et du développement durable
- ST2S : sciences et technologies de la santé et du social
- STIC : sciences et technologies de l'information et de la communication
- STL : sciences et techniques de laboratoire
- STS : section de technicien supérieur
- SVT : sciences de la vie et de la terre
- TIC : technologies de l'information et de la communication
- TPE : travaux personnels encadrés
- UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture)

13 Les femmes et les sciences en France

... EN 20 QUESTIONS

Les lieux communs ont la vie dure, aujourd'hui encore au 21^{ème} siècle ! On entend dire que les femmes n'ont pas l'esprit mathématique et bien d'autres clichés dépassés : les femmes sont bavardes, sensibles, n'ont pas le sens de l'orientation...

Quelques réponses aux questions qui suivent pourraient vous étonner.

Il y a moins d'un siècle que les femmes ont obtenu peu à peu le droit d'accéder aux connaissances scientifiques. Il y a à peine plus de 35 ans que l'ensemble des écoles scientifiques en France leur est accessible. Combien de temps faudra-t-il attendre encore pour les voir plus nombreuses en sciences et en techniques ?

A vous de jouer en cochant les cases !

- 1** A la rentrée 2017, quel était le pourcentage de filles en terminale S ?
 30 % 36 % 47 %
- 2** Quel était le taux de réussite des garçons au Bac (général + technologique + professionnel) en 2017 ?
 76 % 86 % 90 %
- 3** Quel était le taux de réussite des filles au Bac en 2017 ?
 76 % 86 % 90 %
- 4** En 2017, quelle était la proportion de femmes en écoles d'ingénieurs ?
 12 % 27 % 38 %
- 5** Quelle était en 2017 la proportion de filles en classes préparatoires scientifiques ?
 31 % 40 % 50 %
- 6** En 2015, quelle était la proportion de femmes en première année commune des études de santé (PACES) ?
 35 % 48 % 68 %
- 7** Quel cursus faut-il suivre pour devenir ingénieur-e ? (Plusieurs réponses possibles, liste non-exhaustive)
 Classes préparatoires des lycées, concours puis écoles,
 Cycles préparatoires intégrés dans certaines écoles
 Bac + 5 (licence et master Lettres ou Langues) à l'Université,
 BTS ou DUT puis formation alternée : entreprise + école,
 Bac + 5 (licence scientifique et master spécifique) à l'université.
- 8** Les écoles militaires d'ingénieurs se sont ouvertes aux femmes il y a peu de temps. L'année où les premières femmes sont entrées à l'Ecole polytechnique, l'une d'elles était major de promotion : c'était en
 1972 1983 1992
- 9** La première française à obtenir un diplôme de médecin en France se nommait Madeleine Brès. Cela se passait en
 1850 1875 1900
- 10** La première bachelière française, Julie Daubié, a obtenu son diplôme en
 1812 1861 1897

11 À partir de quelle année filles et garçons ont-ils et -elles passé le même baccalauréat ?

- 1924 1930 1938

12 Quelle est la proportion de femmes chercheuses en France aujourd'hui, toutes disciplines confondues ? Sur trois chercheurs, il y a :

- 1 femme 2 femmes pas de femme

13 La première française à obtenir le prix Nobel de Physiologie et Médecine, Françoise Barré-Sinoussi, l'a eu pour la co-découverte d'un virus : celui

- du SIDA de la rage de la varicelle

14 De 1938 à 1939, le laboratoire de calculs de l'Institut Henri Poincaré (qui comprenait 13 membres et une assistante) utilisait 9 calculatrices. De quoi ou de qui s'agissait-il ?

- De bouliers
 De machines électroniques
 De Pascalines
 De règles à calculs
 De femmes

15 Combien de prix Nobel scientifiques ont-ils été décernés à des femmes de 1901 à 2018 ?

- 20 44 52

16 La première femme à recevoir la médaille Fields (la plus haute distinction internationale en mathématiques) a été l'iranienne Maryam Mirzakhani. C'était en

- 1936 1980 2014

17 L'enfant a-t-il conscience de son sexe à la naissance ?

- oui non on l'ignore

18 Combien de neurones possède le cerveau du bébé à la naissance ? :

- 1 million 100 millions
 1 milliard 100 milliards

19 Quel est le pourcentage de connexions entre neurones déjà établies à la naissance d'un bébé ?

- 0 % 10 % 50 % 90 %

20 Cerveilles au poids : Pouvez-vous attribuer à chacun son portrait et le poids de son cerveau ?

■ **Anatole France** (1844-1924)
écrivain français, prix Nobel de littérature 1921

Portrait n°

Poids du cerveau :

2 kg



1

■ **Albert Einstein** (1879-1955)
physicien, prix Nobel de Physique 1922

Portrait n°

Poids du cerveau :

1 kg



2

■ **Ivan Tourgueniev** (1818-1883)
écrivain et poète russe

Portrait n°

Poids du cerveau :

1,250 kg



3

Réponses au Quiz

- 1 47 %
- 2 86%
- 3 90%
- 4 27 %
- 5 31%
- 6 68%
- 7 Cocher 4 possibilités
- 8 1972
- 9 1875
- 10 1861
- 11 1924
- 12 1 femme
- 13 du SIDA
- 14 de femmes
- 15 20, dont les deux à Marie Curie
- 16 2014
- 17 Non. L'identité sexuée de l'enfant se construit progressivement en interaction avec l'environnement à mesure que son cerveau se développe
- 18 100 milliards
- 19 10 %
- 20 1. Albert Einstein, 1,250 kg
2. Ivan Tourgueniev, 2 kg
3. Anatole France, 1 kg



© Marie-Hélène Le Ny

Des jeunes répondent à un questionnaire à Villetaneuse (93), devant l'exposition «Infinités Plurielles» de Marie-Hélène Le Ny

Les autrices

Fatima Bakhti, ingénieure de l'École nationale supérieure de physique de Grenoble, docteure en physique de l'université des Sciences et Technologies de Lille. Elle exerce dans l'industrie des télécommunications, a mené avec succès des responsabilités dans les domaines de la recherche, du développement, de la production, et a dirigé de vastes équipes internationales dans le domaine des services. Depuis 2016 elle dirige chez Nokia un programme global de transformation visant l'innovation, la performance et l'attractivité de l'entreprise. Elle est administratrice de l'association Femmes Ingénieurs.

Annick Boisseau, professeure de mathématiques retraitée de l'Education nationale et secrétaire de l'association *femmes et mathématiques*. Elle participe à la rédaction d'articles et d'ouvrages publiés par ou en lien avec l'association. Elle est aussi impliquée dans l'association MATH.en.JEANS.

Claudine Hermann, ancienne élève de l'École normale supérieure de jeunes filles, docteure ès sciences physiques, professeure honoraire de physique à l'École Polytechnique. Elle a contribué à fonder en 2000 l'association Femmes & Sciences, qu'elle a présidée de 2000 à 2004 et dont elle est maintenant vice-présidente d'honneur. Elle est présidente de l'European Platform of Women Scientists.

Evelyne Nakache, docteure ès sciences physiques, est professeure émérite des universités. Elle a été vice-présidente de l'association Femmes & Sciences et du centre Hubertine Auclert, centre francilien de ressources pour l'égalité femmes/hommes.

Nicole Roinel, ingénieure de l'École supérieure de physique et chimie industrielles de la Ville de Paris et chercheuse au CEA à la retraite. Ancienne membre du conseil d'administration de l'association Femmes & Sciences, elle y a été responsable des relations avec le milieu éducatif.

Véronique Slovacek-Chauveau, ancienne élève de l'École normale supérieure de jeunes filles, professeure de mathématiques à la retraite. Elle est très impliquée au niveau associatif. Actuellement, elle est vice-présidente de l'association Animath, membre du conseil d'administration de l'association *femmes et mathématiques* et membre de l'association Femmes & Sciences.

Marie-Hélène Therre, ingénieure de l'École nationale supérieure des arts et industries de Strasbourg (ENSAIS). Elle a débuté dans le secteur des systèmes d'information scientifiques et a dirigé des équipes en Europe-Sud pendant plus de 20 ans avant de s'orienter vers l'accompagnement et le conseil aux entreprises désireuses de s'engager dans une politique de féminisation à tous les niveaux et dans les métiers techniques. Intervenant sous la marque « Inclusive Innovation », elle est spécialiste des dynamiques de groupe et membre du réseau international COST-GenderSTE des « experts Genre » pour la prise de conscience de l'impact de la notion de sexe et de genre dans les activités au cœur des métiers d'ingénieurs et de scientifiques. Elle est présidente d'honneur de l'association Femmes Ingénieurs.

Sylvaine Turck-Chièze, docteure d'état ès sciences physiques, est directrice de recherche honoraire du CEA où elle a fait toute sa carrière en physique nucléaire expérimentale, astrophysique, spatial et physique des plasmas. Elle a présidé l'association Femmes & Sciences de 2014 à 2018 et est membre du conseil académique de l'Université Paris-Saclay. Elle contribue à y développer le mentorat des doctorantes et est marraine du collège Jean de la Fontaine au Mée-sur-Seine, en association avec La main à la pâte.

Catherine Vidal, docteure ès sciences en neurobiologie, directrice de recherche honoraire à l'Institut Pasteur de Paris. Elle travaille actuellement au Comité d'Éthique de l'Inserm où elle est co-responsable du groupe « Genre et Recherches en Santé ». Elle est membre de l'association Femmes & Sciences, du comité ONU Femmes France, de l'Institut Émilie du Châtelet, du Laboratoire de l'Égalité et co-dirige la collection « Égale à Égal » chez Belin. Livres récents : « Nos cerveaux, tous pareils, tous différents ! » Belin 2015, « Cerveau, sexe et pouvoir » nouvelle édition Belin 2015, « Les filles ont-elles un cerveau fait pour les maths ? » Le Pommier, 2012, « Nos cerveaux resteront-ils humains ? » Le Pommier, 2019.

Remerciements à :

pour leurs portraits : Faten Ammari, Nalini Anantharam, Laetitia Bemba-Poidron, Marie-Paule Cani, Nathalie Carrasco, Julia Kempe, Kumiko Kotera, Fanny Langevin, Isabelle Ledoux-Rak, Christine Petit, Catherine Picart, Anne-Claire Pottin, Solenne Rey, Isabelle Valentin-Bianco, Claire Voisin

pour leur aide : Aline Aubertin, Sylvie Bonnet, Lucie Charles, Nicole Hulin

pour les visuels : le Château de Breteuil (p.8, p.28), le cercle InterElles (Dessins de Delize p.18, p.25), le CNRS (p.21), EADS (p.3, p.4, p.20), *femmes et mathématiques* (p.9, p.26), GE Medical Systems (p.20), Valérie Gobertière (p.25), Marie Odile Lafosse-Marin (p.15), Marie-Hélène Le Ny (p.36), Jean Mouette (photo de Kumiko Kotera, p.31), Renault (p.23), Thinkstock (p.4, p.20, p.23), l'Union des professeurs de classes préparatoires scientifiques (couverture, p.7, p.8)

Les femmes les Sciences

L'association Femmes & Sciences, en partenariat avec les associations *femmes et mathématiques* et Femmes Ingénieurs, vous propose un livret qui servira d'outil aux enseignant-e-s pour lutter contre les idées reçues sur les études et l'orientation des filles et des garçons. Ce document sera également utile aux responsables de l'orientation, aux parents, et aux partenaires des entreprises attentif-ve-s à défendre les valeurs d'égalité des chances entre les sexes.

Le trop faible nombre de jeunes, et particulièrement de filles, qui s'orientent vers des études supérieures scientifiques et techniques, est un problème reconnu depuis une trentaine d'années, à la fois pour la société, dans laquelle les sciences occupent une place de plus en plus importante, et pour les individus, dans leur développement personnel et en tant que citoyen.ne.s.

Il convient d'agir auprès non seulement des jeunes filles, mais aussi de celles et ceux qui les influencent, parents, professeur-es, responsables de l'orientation... qui peuvent être amené-e-s à refléter les stéréotypes et les préjugés de notre société.

Le livret débute par un état des lieux détaillé, visant à une prise de conscience du problème. Puis, après un bref historique, on montre qu'il n'existe aucun fondement biologique à la différence d'orientation entre filles et garçons. On poursuit en analysant les stéréotypes liés aux disciplines et plus généralement les stéréotypes de sexe et ceux liés à la représentation des métiers. On présente ensuite la situation des femmes dans les professions scientifiques et techniques en France. On propose au corps enseignant, et plus largement au monde éducatif, des pistes d'actions concrètes. Enfin, quelques portraits de femmes scientifiques d'hier et d'aujourd'hui fournissent des exemples d'apports des femmes aux sciences et aux techniques.

On espère contribuer ainsi à encourager les filles à s'engager dans les études et les métiers scientifiques et techniques : elles y trouveront de nombreuses satisfactions et la société compte sur elles !

Coordinatrice du livret : Claudine Hermann
Directrice de la publication : Nadine Halberstadt

Numéro ISBN 978-2-9564844-2-4 9782956484424

*femmes
mathématiques*

FEMMES & SCIENCES
association

fi

femmes ingénieurs

Avec le soutien de :



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE

ile de France

