

Sous-représentation des femmes en sciences : enjeux, explications possibles, et solutions envisageables

Thomas Breda¹

¹Paris School of Economics (PSE), CNRS et Institut des politiques publiques

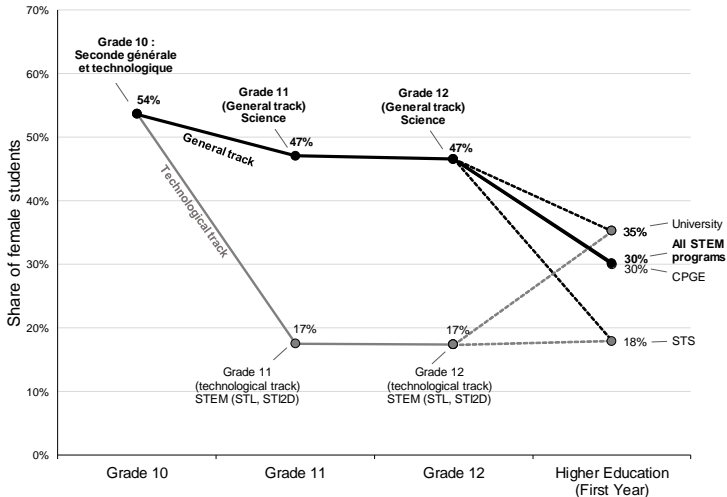
04 Juillet 2023

26ème Congrès Général de la Société Française de Physique

Sous-représentation des femmes en sciences

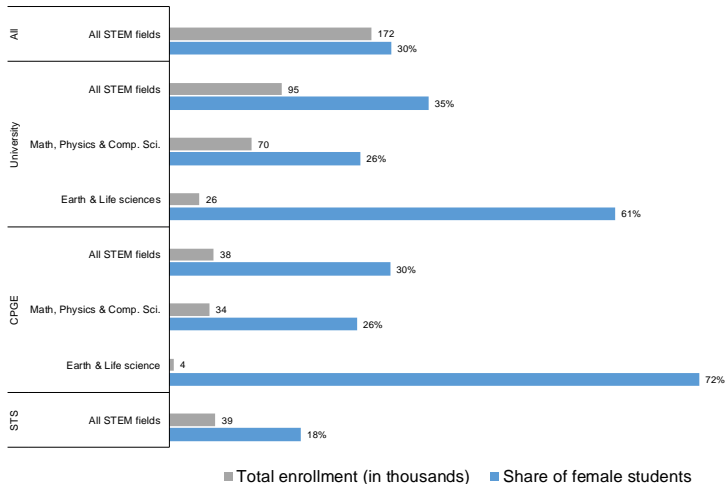
- Forte sous-représentation concentrée dans les domaines "intentsifs en mathématiques"
 - Maths, physique, informatique, sciences de l'ingénieur
 - Constante, voire s'aggravant depuis 30 ans
 - Contraste avec d'autres professions prestigieuses : avocats, médecins, juges, etc.

Figure 1: “Leaky pipeline” en 2016



SOURCE: Breda et al., 2021

Figure 2: Répartition des filles et des garçons dans le supérieur: STEM



SOURCE: Breda et al., 2021

Est-ce un problème ?

La question normative : doit-on vraiment se préoccuper des différences d'études et de carrières entre femmes et hommes ?

Est-ce un problème ?

La question normative : doit-on vraiment se préoccuper des différences d'études et de carrières entre femmes et hommes ?

- Trois grands types d'arguments :
 - Contribue aux inégalités au travail (1/3 de l'écart de salaire f/h parmi les diplômés du supérieur)
 - Une perte de talent potentielle dans un contexte de forte demande
 - Une science biaisée et non représentative (études médicales, IA)

Est-ce un problème ?

La question normative : doit-on vraiment se préoccuper des différences d'études et de carrières entre femmes et hommes ?

- Trois grands types d'arguments :
 - Contribue aux inégalités au travail (1/3 de l'écart de salaire f/h parmi les diplômés du supérieur)
 - Une perte de talent potentielle dans un contexte de forte demande
 - Une science biaisée et non représentative (études médicales, IA)
- ... mais pas nécessairement suffisant pour justifier des politiques publiques :
 - En amont : origine des différences d'orientation entre filles et garçons (aller contre les préférences ?)
 - En aval : origine des différences de rémunération entre métiers

Explications possibles

- Comment expliquer que filles et garçons ne fassent pas les mêmes métiers ?

Explications possibles

- Comment expliquer que filles et garçons ne fassent pas les mêmes métiers ?
 - ⇒ une question assez triviale qui amène souvent des réponses assez idéologiques
- 3 grands types d'explications immédiates :
 - ① Discrimination : les femmes se voient barré l'accès aux sciences
 - ② Les notes : les filles sont meilleures en lettres et les garçons en maths
 - ③ Les choix : à note égale, et sans discrimination, filles et garçons font des choix très différents

1) Discrimination

Des résultats peu clairs dans la littérature concernant la discrimination directe lors du recrutement :

- Une étude par correspondance (CVs de candidats fictifs) pour des postes de professeur assistant (MCF) trouve que les femmes sont favorisées
- Une autre étude pour des postes de laborentin trouve le contraire

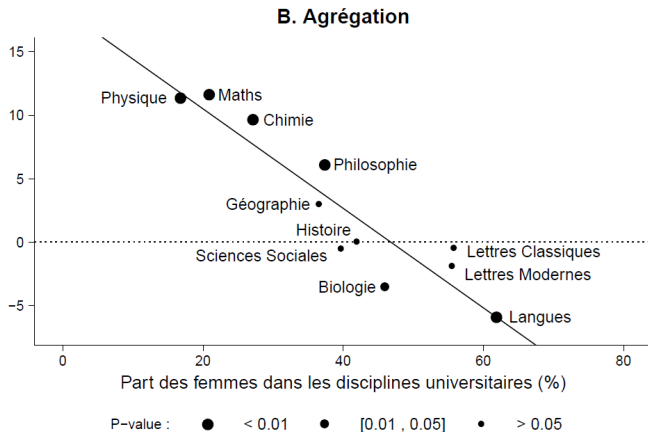
1) Discrimination

Des résultats peu clairs dans la littérature concernant la discrimination directe lors du recrutement :

- Une étude par correspondance (CVs de candidats fictifs) pour des postes de professeur assistant (MCF) trouve que les femmes sont favorisées
- Une autre étude pour des postes de laborentin trouve le contraire
- A l'agrégation, au Capes, et à l'ENS Ulm : des écrits anonymes et des oraux où le sexe est observé \Rightarrow permet de voir comment la discrimination au concours varie d'une discipline à l'autre

Discrimination à l'Agrégation

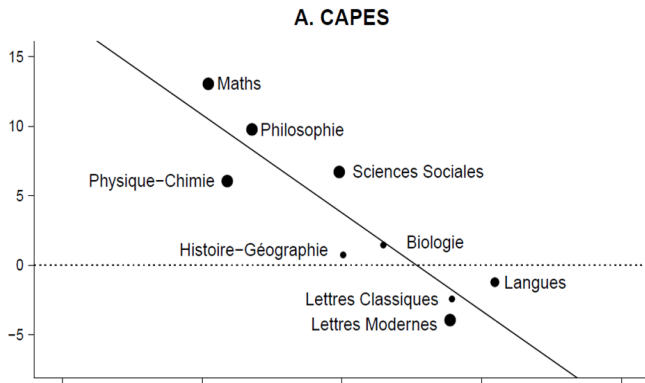
Figure 3: Bonus en faveur des femmes à l'oral de l'Agrégation (versus l'écrit)



SOURCE: Breda and Hillion, 2016

Bonus en faveur des femmes à l'oral du Capes (versus l'écrit)

Figure 4: Female evaluation advantage or disadvantage at oral versus written tests and fields' extent of male-domination

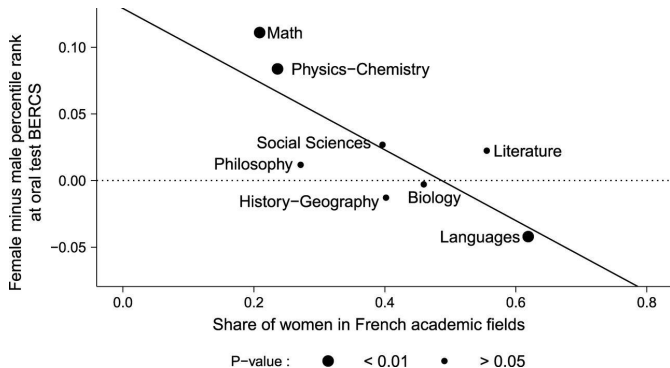


SOURCE: Breda and Hillion, 2016

Discrimination à l'Agregation et au Capes (Cont'd)

Figure 5: Bonus en faveur des femmes à l'oral commun "Agir en fonctionnaire éthique et responsable"

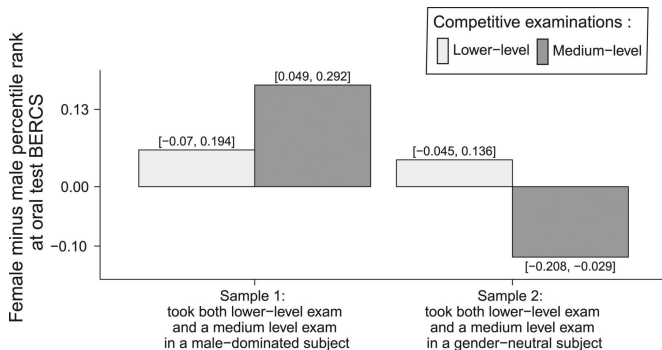
Fig. 3 Female advantage or disadvantage on an oral test which is identical in all fields.



Discrimination à l'Aggregation et au Capes (Cont'd)

Figure 6: Bonus en faveur des femmes à l'oral commun "Agir en fonctionnaire éthique et responsable": candidats ayant eu 2 fois l'oral

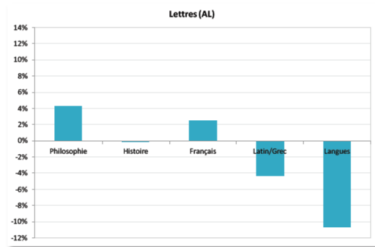
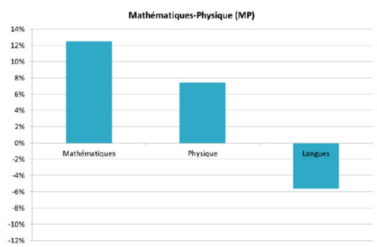
Fig. 4 Female advantage or disadvantage on the BERCS test for candidates taking both the lower-level exam and a medium level exam in either a male-dominated or a gender-neutral field.



Discrimination à l'ENS Ulm

Figure 7:

Graphique 2: Variation du classement des filles entre l'oral et l'écrit dans chaque épreuve obligatoire pour les concours Mathématiques-Physique (MP) et Lettres (AL).



Sources : Données du concours d'entrée à l'ENS sur la période 2004-2009

Lecture : Dans le concours Mathématiques-Physique, le passage de l'écrit à l'oral permet aux filles de dépasser 12 % des candidats en mathématiques et 7 % des candidats en physique. Elles perdent en revanche des places dans le classement en langues.

SOURCE: Breda and Ly, 2015. Comparaisons intra-individuelles

Discrimination : Conclusion

- Dans les contextes où on a pu l'observer, la discrimination directe (à niveau égal) ne semble pas avoir joué un rôle important
- En revanche, la croyance de discriminations possibles peut jouer : 60% des lycéennes de seconde et terminale S pensent que les femmes sont discriminées dans les carrières scientifiques
- Des biais implicites, ou indirects, contre les femmes dans certains cas (bien montrés en économie notamment) : crédit pour travaux coécrits, standards lors du processus de soumission, séminaires de recherche, forums anonymes, féminisation des sociétés savantes, etc.

2) Différences d'aptitudes et de niveau scolaire

- Des petites différences dès le plus jeune âge (e.g., fluence, représentation spatiale)

2) Différences d'aptitudes et de niveau scolaire

- Des petites différences dès le plus jeune âge (e.g., fluence, représentation spatiale)
- Relatif consensus sur le fait que ces petites différences ne donnent pas d'avantage significatif à un sexe sur l'autre dans certaines disciplines (nombreuses compétences requises dans chaque cas)

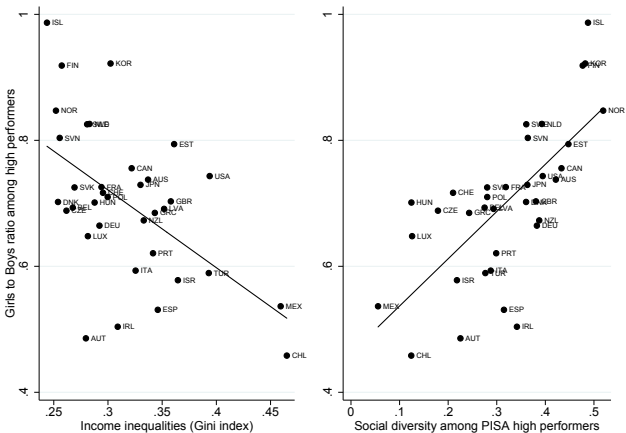
2) Différences d'aptitudes et de niveau scolaire

- Des petites différences dès le plus jeune âge (e.g., fluence, représentation spatiale)
- Relatif consensus sur le fait que ces petites différences ne donnent pas d'avantage significatif à un sexe sur l'autre dans certaines disciplines (nombreuses compétences requises dans chaque cas)
- Différence de performance scolaire à 15 ans (PISA):
 - Petit écart en faveur des garçons en math (16% d'un écart type pour les pays de l'OECD)
 - Gros écart en faveur des filles en lecture (32% d'un écart type pour les pays de l'OECD)
 - 7 filles pour 10 garçons parmi les meilleurs en maths (top décile)
 - 7 garçons pour 10 filles parmi les meilleurs en lecture (top décile)

2) Différences d'aptitudes et de niveau scolaire

- Des petites différences dès le plus jeune âge (e.g., fluence, représentation spatiale)
- Relatif consensus sur le fait que ces petites différences ne donnent pas d'avantage significatif à un sexe sur l'autre dans certaines disciplines (nombreuses compétences requises dans chaque cas)
- Différence de performance scolaire à 15 ans (PISA):
 - Petit écart en faveur des garçons en math (16% d'un écart type pour les pays de l'OCDE)
 - Gros écart en faveur des filles en lecture (32% d'un écart type pour les pays de l'OCDE)
 - 7 filles pour 10 garçons parmi les meilleurs en maths (top décile)
 - 7 garçons pour 10 filles parmi les meilleurs en lecture (top décile)
- Eternel débat sur l'origine "naturelle" ou "culturelle" de ces différences

Figure 8: Socio-economic inequalities and gender performance gaps in math



SOURCE: Breda, Jouini and Napp, 2018

Notes et choix scolaires

Est-ce que les écarts de note à l'âge des choix scolaires expliquent des choix genrés ?

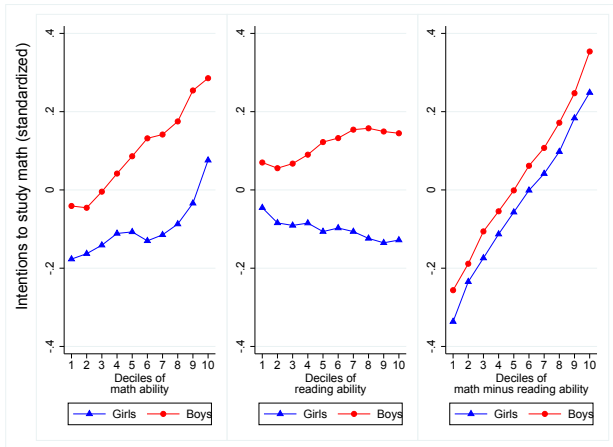
- Jusqu'à récemment, on pensait que non : à note de maths égale, il reste un très gros écart d'orientation vers les filières mathématiques entre filles et garçons

Notes et choix scolaires

Est-ce que les écarts de note à l'âge des choix scolaires expliquent des choix genrés ?

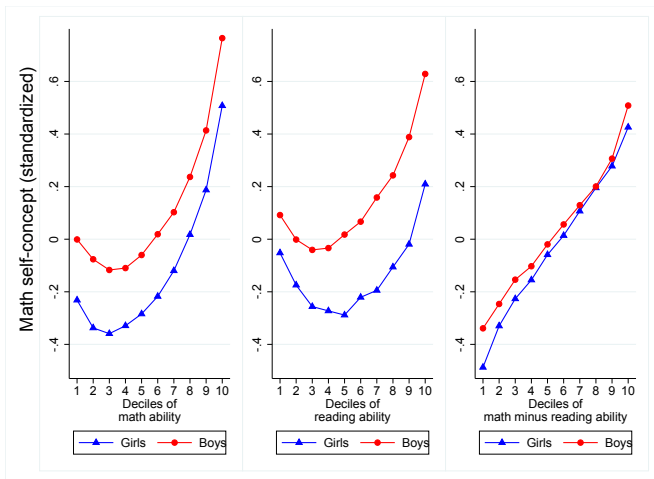
- Jusqu'à récemment, on pensait que non : à note de maths égale, il reste un très gros écart d'orientation vers les filières mathématiques entre filles et garçons
- Mais il faut aussi prendre en compte les notes en lettres : théorie de l'avantage comparatif permet d'expliquer 75 % des écarts d'orientation à 15-16 ans !

Figure 9: Intentions de poursuivre des études ou carrières liées aux maths en fonction des notes de maths, de lecture, et de “l’avantage comparatif”



SOURCE: Breda and Napp, 2019

Figure 10: Confiance en soi en maths en fonction des notes de maths, de lecture, et de "l'avantage comparatif"



SOURCE: Breda and Napp, 2019

Figure 11:

Table 1. Females comparative advantage in reading and the gender gap in intentions to pursue math-intensive studies and careers

	Gender gaps (girls minus boys, as a fraction of variable SD)				Share of the gender gap in intentions to study math explained by ability in...		
	Math	Reading	Math minus reading	Intentions to study math	Math	Reading	Math minus reading
ALL countries	-0.136	0.351	-0.832	-0.218	0.074	-0.036	0.784
OECD countries	-0.159	0.318	-0.883	-0.258	0.064	-0.002	0.810
Non-OECD countries	-0.11	0.389	-0.775	-0.171	0.087	-0.101	0.768
Selected countries (with a gender gap in intentions to study math larger than 0.25 SD)							
United States	-0.111	0.276	-0.805	-0.292	0.024	0.069	0.881
United Kingdom	-0.124	0.276	-0.889	-0.250	-0.009	0.146	1.026
Canada	-0.159	0.343	-0.841	-0.485	0.031	0.009	0.348
Germany	-0.186	0.45	-1.238	-0.461	0.016	0.032	0.516
France	-0.186	0.323	-0.958	-0.393	0.027	0.02	0.429
Finland	-0.069	0.569	-1.096	-0.494	0.040	-0.138	0.741
Denmark	-0.202	0.336	-0.967	-0.336	0.046	-0.032	0.27
Brazil	-0.195	0.379	-0.914	-0.276	0.073	-0.002	0.625
Russia	-0.005	0.419	-0.659	-0.398	0.002	-0.060	0.419

All variables are standardized to have a weighted mean equal to 0 and a weighted SD equal to 1 in each country. Intentions to study math is an index built from five questions. The total sample includes 301,360 students. See [SI Appendix](#) for details and statistical significance of each estimate.

SOURCE: Breda and Napp, 2019

Solutions pour limiter le rôle de l'avantage comparatif

- Lutter contre la spécialisation scolaire dès le plus jeune âge, améliorer la performance des garçons en lettres

Solutions pour limiter le rôle de l'avantage comparatif

- Lutter contre la spécialisation scolaire dès le plus jeune âge, améliorer la performance des garçons en lettres
- Rôle des enseignants, de l'information sur les carrières donnée au lycée

Solutions pour limiter le rôle de l'avantage comparatif

- Lutter contre la spécialisation scolaire dès le plus jeune âge, améliorer la performance des garçons en lettres
- Rôle des enseignants, de l'information sur les carrières donnée au lycée
- Role models

Rôle des choix scolaires

- Commence tôt (effort différencié) et interagit avec les performances scolaires

Rôle des choix scolaires

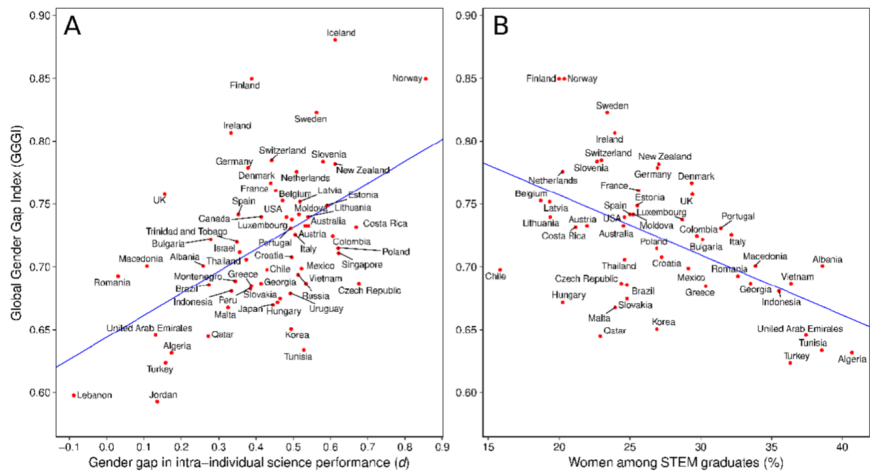
- Commence tôt (effort différencié) et interagit avec les performances scolaires
- Influencés par la culture et les normes sociales transmises par les "institutions" (école, famille)

Le paradoxe de l'égalité de genre

- More developed countries and more gender-egalitarian countries have larger gender gaps in STEM studies and careers (Stoet and Geary, 2018)
- Similar seemingly paradoxical relationships have been observed for several types of gender differences:
 - Occupational segregation (Charles and Grusky, 2005)
 - Self-reported personality traits (Mac Giolla and Kajonius, 2019)
 - Basic preferences measured through experimentally validated questions (Falke and Harmle, 2018)
 - Cognitive abilities such as spatial visualization (Lippa et al., 2010)
 - Subjective well-being, self-esteem (Zuckerman and Hall, 2016) and depression (Hopcroft and Bradley, 2007)
 - Basic human values (Schwartz and Rubel-Lifschitz, 2009)
 - Stereotype that girls lack talent and gender gaps in competitiveness (Napp and Breda, 2022)

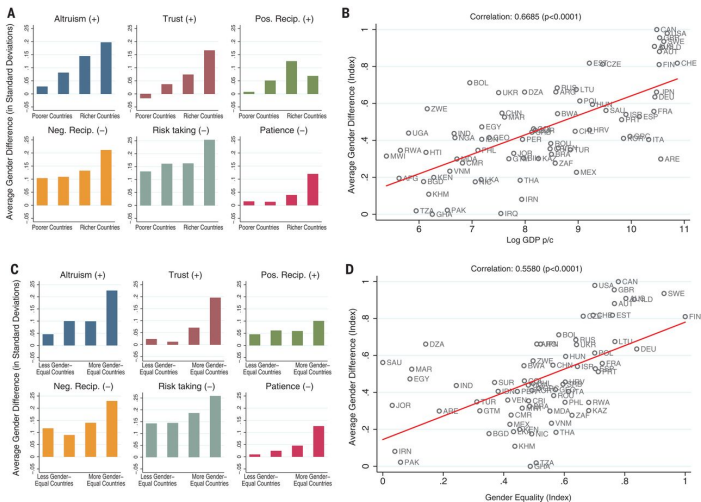
The “Gender-Equality paradox”

Figure 12: Gender equality and gender gap in STEM



SOURCE: Stoet and Geary (2018).

Figure 13: Cross-country comparisons of gender differences in “preferences”



SOURCE: Falke and Hermle, 2018.

Explications

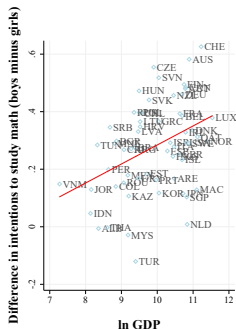
- “Nature” :
 - Moins de contraintes économiques et plus de liberté de choix \Rightarrow filles et garçons peuvent vraiment choisir ce qu'ils aiment
 - Et l'on voit qu'ils sont attirés par des activités vraiment différentes
- “Culture” :
 - De nouvelles normes sociales (ou stéréotypes) ont émergé dans les pays développés et peuvent expliquer le paradoxe

Breda Jouini Napp Thebault (2020)

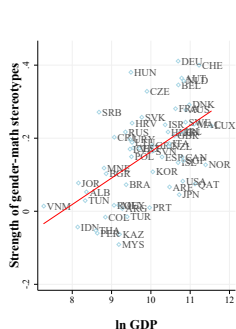
- Une nouvelle mesure des stéréotypes associant les maths aux hommes à l'aide de PISA 2012
- Ces stéréotypes sont plus forts dans les pays développés et avancés en terme d'égalité de genre
- Ils peuvent "expliquer" (médiation) le paradoxe de l'égalité des sexes
- Des explications sociologiques à l'émergence de nouvelles normes de genre

Stereotypes and the gender equality paradox

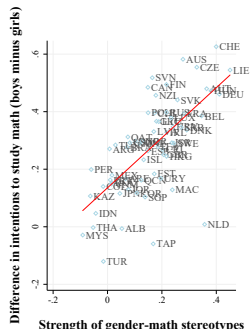
Figure 14: Cross-country comparisons of gender differences in “preferences”



(a) The Gender-equality paradox



(b) Development and Gender-math stereotypes



(c) Gender-math stereotypes and female under-representation in math

SOURCE: Breda et al, 2020.

Discussion

- L'article qui vient d'être présenté n'est pas une preuve...
 - Difficile de tirer des conclusions claires des corrélations entre pays (nombreux facteurs omis)
 - La distinction grossière entre nature et culture est trop simpliste

Discussion

- L'article qui vient d'être présenté n'est pas une preuve...
 - Difficile de tirer des conclusions claires des corrélations entre pays (nombreux facteurs omis)
 - La distinction grossière entre nature et culture est trop simpliste
- ... mais il montre que le paradoxe est clairement compatible avec une explication culturelle
 - Cela a des conséquences importantes du point de vue des politiques publiques : si ce n'est pas vrai, essayer d'égaliser les résultats des femmes et des hommes en matière d'éducation ou sur le marché du travail peut être néfaste

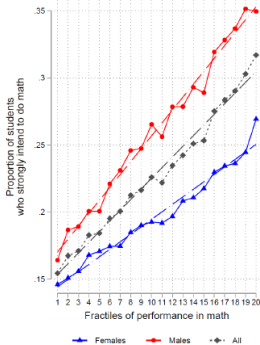
Sélection en fonction du niveau (Breda et al., à paraître)

Une idée répandue:

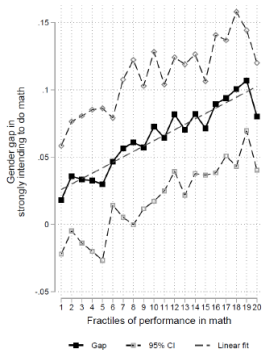
- Les femmes manquent de confiance en elles en mathématiques (relativement aux hommes)
- Elles sont confrontés à de nombreuses barrières sociétales lorsqu'elles choisissent les mathématiques (parce qu'elles vont à l'encontre de la norme).
- Ces coûts impliquent une sur-sélection : seules les femmes très douées en mathématiques franchissent le pas et continuent à étudier les mathématiques
- Est-ce vrai empiriquement ?

Figure 15:

Figure 1: Gender gap in intentions to pursue math as a function of math performance
(1a)



(1b)



Notes: Analyses based on a sample of 61 countries. Math performance is standardized to have a weighted mean equal to zero and a weighted standard deviation equal to one for each country in the sample. The distribution is then split into 20 quantiles. Figure 1a provides the proportion of males, females and students of both sexes with strong intentions to pursue math in each quantile. Figure 1b presents the difference between the percentage of males and that of females in each quantile and the associated 95% confidence interval (i.e. mean difference ± 1.96 SEM). A student has strong intentions to pursue math if he or she answered yes to a series of five questions capturing intentions to pursue studies or careers related to math. Estimates and standard errors are based on plausible values for math ability and account for measurement error in these values in addition to standard sampling error (see the Methods Section for details).

SOURCE: Breda, Jouini and Napp (forthcoming).

Extensions et explications

- Aussi observé avec des données d'orientation après le lycée en France et aux U.S.
- Aussi observé parmi un échantillon représentatif d'adultes (données PIAAC)
- Nous pensons que cela s'explique probablement par des stéréotypes généraux sur les mathématiques et les talents qui touchent particulièrement les étudiants les plus brillants

Conséquences

- Le ratio garçons/filles est également croissant
- Implique que l'écart de performance en maths entre filles et garçons est plus fort parmi les étudiants qui font des mathématiques
- Mécanisme auto-réalisateur possible

Stéréotypes et politiques publiques : role models

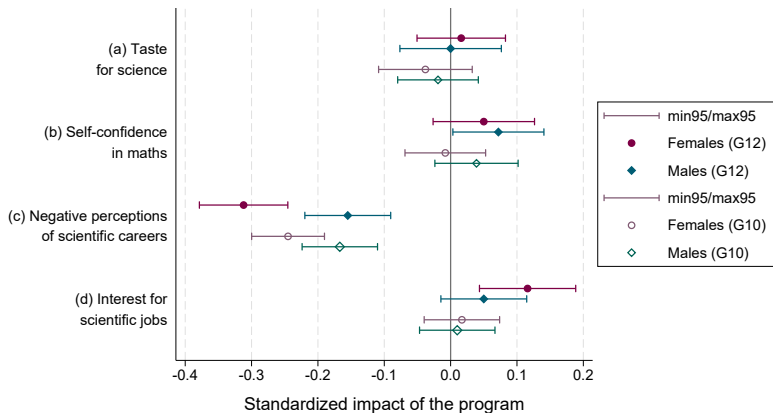
- Les filles ont peu d'occasions d'interagir avec des femmes qui travaillent dans les domaines scientifiques et qui pourraient les inspirer
- Contribue à faire de la sous-représentation des femmes dans les sciences une prophétie auto-réalisatrice
- Idée : exposer les étudiantes à des femmes scientifiques qui ont réussi ou qui sont admirables afin de briser le cercle vicieux
- Est-ce que cela fonctionne ?

Stéréotypes et politiques publiques : role models

- Les filles ont peu d'occasions d'interagir avec des femmes qui travaillent dans les domaines scientifiques et qui pourraient les inspirer
- Contribue à faire de la sous-représentation des femmes dans les sciences une prophétie auto-réalisatrice
- Idée : exposer les étudiantes à des femmes scientifiques qui ont réussi ou qui sont admirables afin de briser le cercle vicieux
- Est-ce que cela fonctionne ?
- Testé au cours d'une large expérimentation randomisée dans en région parisienne
 - 56 role models (fin de thèse/postdocs ou scientifiques chez L'Oréal)
 - 100 écoles
 - 600 classes de seconde et terminale S tirées au hasard
 - 20 000 élèves

Impact des role models

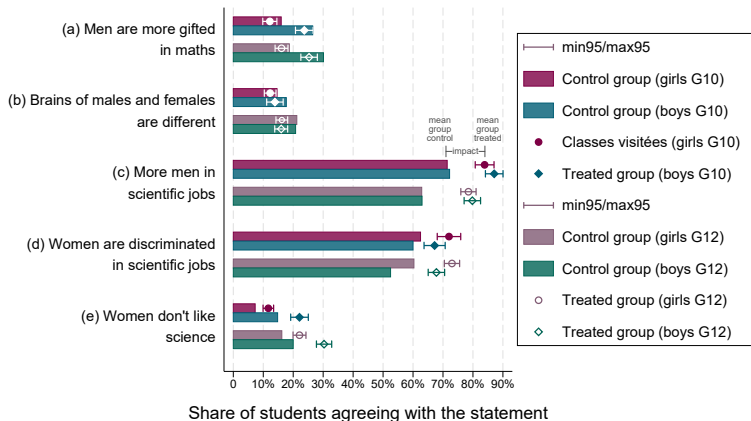
Figure 16: Impact of the “For Girls in Science” program on students’ perceptions of science



SOURCE: Breda, Grenet, Monnet, Van Effenterre, 2019

Impact des role models

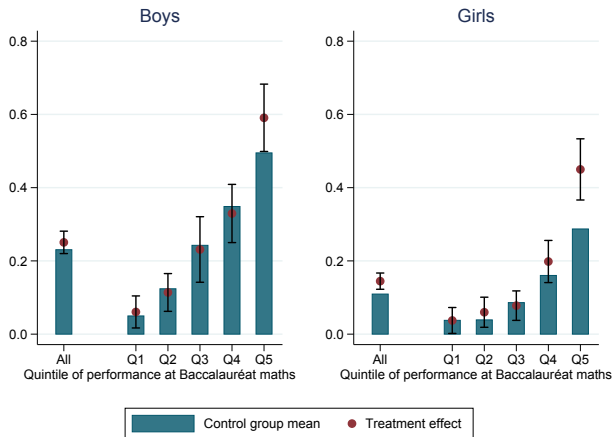
Figure 17: Impact of the program on the perception of women in science



SOURCE: Breda, Grenet, Monnet, Van Effenterre, 2019

Impact des role models

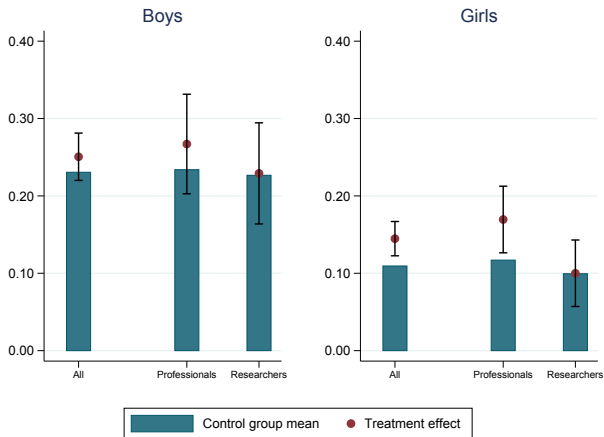
Figure 18: Impact of the program on enrollment in selective science tracks by math performance



SOURCE: Breda, Grenet, Monnet, Van Effenterre, 2019

Can role models be a remedy?

Figure 19: Impact of the program on enrollment in selective science tracks by role model background



SOURCE: Breda, Grenet, Monnet, Van Effenterre, 2019

Brève conclusion et autres politiques

- Enseignements principaux :
 - Rôle de la discrimination explicite possiblement limitée (mixité dans les jurys de recrutement ?)
 - Rôle de la spécialisation scolaire et des différences de niveau à l'heure des choix
 - Les normes de genre ne disparaissent pas quand les pays se développent

Brève conclusion et autres politiques

- Enseignements principaux :
 - Rôle de la discrimination explicite possiblement limitée (mixité dans les jurys de recrutement ?)
 - Rôle de la spécialisation scolaire et des différences de niveau à l'heure des choix
 - Les normes de genre ne disparaissent pas quand les pays se développent
- Politiques publiques
 - Mentorat
 - Limiter les écarts de niveau à l'école
 - Sensibilisation sur la discrimination et les stéréotypes de genre (research dissemination!)