

L'ÉGALITÉ EN MATHÉMATIQUES ET EN INFORMATIQUE : UNE PERSPECTIVE LUMINEUSE



L'ÉGALITÉ EN MATHÉMATIQUES ET EN INFORMATIQUE : UNE PERSPECTIVE LUMINEUSE

Annick Boisseau et Véronique Slovacek-Chauveau

pour les associations *femmes et mathématiques* et Animath

Madame, Monsieur,

En août 2022, nous avons publié une nouvelle édition de la brochure destinée tout particulièrement aux parents des filles ayant participé à une journée « Filles, maths et informatique : une équation lumineuse ». Nous y exposons les différentes raisons de la mise en place de ces journées et en présentons le déroulement.

Le présent document est aussi une nouvelle édition de la brochure « La parité en mathématiques et en informatique : une perspective lumineuse ». Il est susceptible d'intéresser d'autres parents et des adultes encadrant des jeunes, en milieu scolaire ou non. Nous commençons par analyser les raisons des différences d'orientation entre filles et garçons et plus particulièrement la défiance des filles vis-à-vis des domaines scientifiques tels que les mathématiques et l'informatique. Nous présentons aussi les actions spécifiques des deux associations Animath et *femmes et mathématiques* destinées aux filles.

Les moments où les jeunes ont des choix importants à faire pour leur orientation, dès la fin de la 3^{ème}, puis en fin de 2^{nde}, en 1^{ère} et surtout en terminale peuvent être angoissants pour elles et eux, comme pour les adultes qui les entourent.

En effet, souvent les jeunes, filles et garçons, pensent qu'il existe un seul et unique métier qui leur convient et leur conviendra toute leur vie et qu'il leur faut absolument le trouver. Mais c'est un mythe.

Le choix d'orientation initial est, certes, important mais tout au long des études, puis des expériences professionnelles et des rencontres, de nouvelles options et des opportunités se présenteront qui infléchiront les trajectoires. Il est possible d'emprunter des passerelles à toutes les étapes du cursus ou de la vie professionnelle pour changer de direction.

Les études permettent d'acquérir un ensemble de compétences et de connaissances qui conduiront à l'insertion initiale et rendront plus facile l'ensemble du parcours professionnel. C'est là que les mathématiques et l'informatique jouent un rôle important.

Certes, on peut très bien vivre sans. Mais elles sont présentes, à des degrés divers, dans tellement d'études et tellement de métiers qu'il est vraiment dommage de s'en priver. Trop de lycéennes font le choix d'abandonner ces disciplines, se fermant ainsi l'accès à des métiers passionnants et pleins d'avenir.

Le passage de l'adolescence à la vie adulte est une période d'exploration et de grands questionnements. Les jeunes attendent tout simplement de se savoir accompagnées sans se sentir influencées dans leurs choix, mais au contraire, aidées, soutenues et encouragées surtout lorsque ces choix ne sont pas conformes aux stéréotypes de sexe.

Il est important d'accompagner les jeunes que vous connaissez et encadrez, de les aider dans leur réflexion, de les encourager à suivre leurs envies et de les amener à penser que rien n'est impossible. C'est pour vous y aider que nous avons rédigé cette brochure.

Espérant à travers ces textes, répondre à vos interrogations, vous proposer des éclaircissements permettant de comprendre notre démarche et vous convaincre de l'importance de l'aide à apporter aux jeunes, et en particulier aux filles, durant cette période cruciale de leur scolarité, nous restons disponibles pour échanger avec vous.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

Les autrices





État des lieux

Chaque année, à l'occasion du 8 mars, journée internationale pour les droits des femmes, un document intitulé *Filles et garçons sur le chemin de l'égalité, de l'école à l'enseignement supérieur* est publié par la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, Ministère de l'Éducation nationale (DEPP). Voici deux extraits de la version¹ 2022 :

« Filles et garçons sur le chemin de l'égalité met en évidence des différences selon les genres en matière de réussite des jeunes, de choix d'orientation et de poursuite d'études entre filles et garçons, qui auront des incidences ultérieures sur l'insertion dans l'emploi mais aussi les inégalités professionnelles et salariales entre les femmes et les hommes... »

« Au lycée et en apprentissage, les filles et les garçons suivent des parcours différents. Que ce soit la voie générale, technologique ou professionnelle, les filles s'orientent moins vers les filières scientifiques, sauf celles liées au secteur de la santé. »

Les statistiques montrent que les filles réussissent mieux que les garçons à l'école : par exemple en 2021, la proportion de bacheliers dans une génération s'élève à 88 %, celle des bacheliers à 78 %.

Selon une étude² du ministère de 2021, en seconde générale et technologique, le sentiment d'avoir réussi le test de français est très proche : 70,0 % pour les filles et 71,6 % pour les garçons, mais face au test de maths l'écart se creuse : 47,7 % des filles et 65,2 % des garçons pensent avoir réussi.

Comme nous l'avions anticipé, la différence des choix d'orientation des filles et des garçons s'est terriblement accentuée avec la réforme Blanquer³.

En 2020, 55,5 % des filles et 75 % des garçons suivent l'enseignement de spécialité « mathématiques » en première générale. L'année suivante, parmi ces élèves, 52 % des filles et 31 % des garçons choisissent d'arrêter cet enseignement. Ainsi, en 2021, cette spécialité est la plus choisie par les garçons de terminale : 51,6 % et seulement la quatrième choisie par les filles : 26,5 %.

Quant à l'informatique, la spécialité NSI est suivie par 3,2 % des filles et 17,7 % des garçons et la spécialité SI, par 1,5 % des filles et 10 % des garçons.⁴

Dans l'enseignement supérieur (rentrée 2021), les femmes représentent :

- 84 % des effectifs dans les formations paramédicales ou sociales,
- 41 % en CPGE mais 31 % en filière scientifique, seulement 15 % en MP*,
- 41 % en IUT mais 8 % en informatique,
- 29 % des effectifs des formations d'ingénieur-es.

¹ L'édition 2022 est disponible ici : <https://www.education.gouv.fr/media/112616/download>.

² <https://www.education.gouv.fr/les-filles-moins-confiantes-que-les-garcons-concernant-l-annee-venir-et-leurs-performances-notamment-341534>

³ Analyse de l'impact de la réforme sur les filles et les maths : <https://collectif-maths-sciences.fr/>

⁴ Note d'information 22-19 : <https://www.education.gouv.fr/les-notes-d-information-de-la-depp-89612>

Nous pourrions continuer longtemps à égrainer des statistiques qui mettent en évidence que dans l'enseignement supérieur, plus il y a de maths et d'informatique, moins il y a de femmes.

Est-ce un problème ? Voici quelques réactions souvent entendues.



Tout d'abord, que les choses soient claires, nous ne voulons forcer personne à faire des mathématiques et/ou de l'informatique. Mais nous savons que les métiers sur lesquels débouchent ces études sont porteurs, valorisés et valorisants, passionnants pour les femmes comme pour les hommes. Les personnes diplômées dans ces domaines sont actuellement parmi les plus demandées sur le marché de l'emploi.

Ce que nous ne voulons pas, c'est que les filles se détournent de ces études **pour de mauvaises raisons**.



Certaines personnes expliquent le choix d'orientation différenciés des filles et des garçons par les différences biologiques, notamment au niveau du cerveau. Les partisans de ce déterminisme biologique font ainsi l'impasse sur les recherches récentes en neurosciences : le cerveau est un organe qui fabrique sans cesse de nouveaux circuits et évolue en fonction des expériences vécues, des apprentissages.

Voici ce qu'écrit la neurobiologiste Catherine Vidal dans la brochure *Les femmes et les sciences... Au-delà des idées reçues*, édition 2019 [1]:

« 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. Cela signifie que la majorité des synapses se fabrique à partir du moment où le bébé commence à interagir avec le monde extérieur.

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. (...)

Chacun des 7 milliards d'individus sur la planète possède un cerveau unique, indépendamment du fait d'appartenir au sexe féminin ou masculin. »

Observons le cas particulier de l'informatique.

Il y a une cinquantaine d'années, à l'époque des gros ordinateurs et des cartes perforées, les femmes étaient très nombreuses dans les métiers de l'informatique. Puis en l'espace d'une trentaine d'années, leur place a été réduite de moitié. « En 1983, c'est le deuxième secteur comportant le plus de femmes diplômées, avec 20 %, soit 6 points au-dessus de la moyenne des femmes ingénieures. Dans les années 2010, les filières STIC (sciences et technologies de l'information et de la communication) diplôment seulement 11 % de femmes. »¹

Le cerveau humain n'a pas pu évoluer en un si court laps de temps ! L'explication est à chercher du côté des représentations de « l'informaticien » qui ont radicalement changé avec l'apparition des micro-ordinateurs, du cliché du « geek » qui a fait fuir les filles, et le plus grand prestige du métier.

¹ « Les femmes de plus en plus minoritaires dans le secteur de l'informatique », Le Monde, Campus, 17 décembre 2017, Isabelle Collet, professeure en sciences de l'éducation à l'université de Genève.



Donc, la responsabilité de ces choix reviendrait aux filles et non à la société dans laquelle elles vivent. Finalement c'est toujours de leur faute...

Mais alors pourquoi sont-elles si nombreuses dans des filières particulièrement sélectives comme PACES (Première année commune aux études de santé jusqu'en 2019) ou Sciences Po.

Elles semblent « s'autocensurer » quand la société leur fait savoir que c'est difficile et les persuade que ce n'est pas pour elles. **Par contre, si c'est très difficile mais que c'est pour elles, alors elles foncent et réussissent.**

Le problème que nous évoquons est international mais à des degrés divers. Presque partout, particulièrement dans les pays occidentaux, il y a un déficit de femmes dans les études à dominante mathématique et informatique. Mais cette situation n'est pas une fatalité : certains pays ont fait de réels progrès depuis les années 2000. Citons l'exemple de deux prestigieuses universités états-uniennes à dominante scientifique et technique : MIT a maintenant quasiment autant d'étudiantes que d'étudiants en licence d'informatique, et Carnegie Mellon en a davantage.

Revenons à notre question : pourquoi si peu de filles dans les études à dominante mathématique ou informatique ?

Les principales pistes d'explication sur lesquelles s'appuie notre réflexion sont les stéréotypes sociaux de sexe, le manque de modèles d'identification et la méconnaissance des métiers des mathématiques et de l'informatique.

Nous allons approfondir chacune de ces trois pistes dans les pages suivantes.



Stéréotypes de sexe

Les stéréotypes de sexe sont des représentations schématiques et globalisantes qui attribuent des caractéristiques sur ce que sont et ne sont pas les filles et les garçons, les femmes et les hommes. Voici quelques exemples : « les femmes ne savent pas conduire », « les femmes n'ont pas le sens de l'orientation », « les filles ne sont pas bonnes en mathématiques », « les filles ont du mal avec la visualisation dans l'espace ». Ou encore : « un garçon ne pleure pas », « les hommes sont rationnels », « les hommes sont bons conducteurs », « les hommes sont incapables de faire deux choses à la fois ». Même les stéréotypes sur les hommes et sur les femmes ne sont pas de même nature !

Toutes ces phrases et bien d'autres, sans cesse répétées, n'auraient-elles vraiment aucune influence sur le groupe visé ?

Les stéréotypes de sexe font passer pour naturels et normaux des rôles de sexe différents et surtout hiérarchisés, assignés aux femmes et aux hommes.

Les rôles de sexe sont les traits psychologiques, les comportements, les rôles sociaux ou les activités assignées plutôt aux femmes ou plutôt aux hommes dans une culture donnée, à une époque donnée, ce qui illustre bien qu'il s'agit d'une construction sociale et culturelle.

À titre d'exemple, le philosophe Kant, au XVIII^e siècle, considérait que les femmes n'étaient pas faites pour les langues anciennes : « Une femme qui sait le grec est si peu une femme qu'elle pourrait aussi bien avoir une barbe¹ ». Ou encore, jusqu'aux années 1970, on considérait que, les femmes étant physiologiquement incapables d'un effort prolongé, il ne fallait pas inscrire au programme des Jeux olympiques en athlétisme féminin des distances supérieures au 800 m.

Les stéréotypes sont distillés à dose homéopathique, ils ne sont pas toujours facilement repérables mais sont très efficaces car constamment réactivés depuis la naissance, peut-être même avant, notamment à travers :

- les interactions et les attentes des parents,
 - les livres et les jouets pour enfants,
 - l'école, les manuels scolaires,
 - la publicité,
- c'est-à-dire l'ensemble de la société.

¹ Emmanuel Kant, Observations sur le sentiment du beau et du sublime, trad. R. Kempf, Vrin, Paris (1992).

Les stéréotypes de sexe se mettent en place dès le plus jeune âge et influent sur la manière dont les garçons et les filles construisent au fil des ans leur identité, leur scolarité, leur orientation professionnelle. Les idées reçues sur les femmes et sur les hommes sont partout. Nous en entendons souvent et contribuons même à les véhiculer sans nous en rendre compte.



Un exemple :

Cette affiche gigantesque, placardée dans les couloirs du métro à Paris en 2017, présente trois personnes et trois domaines d'études supérieures :

- « Grandes écoles : commerce & ingénieurs », avec un homme ;
- « Études & métiers d'avenir : développement durable, jeux vidéo & 3D », avec un homme ;
- « Santé, social & paramédical », vous le devinez, avec une femme évidemment !

Il n'est pas nécessaire de décrypter ce que ces images envoient comme messages.



Essayez de vous mettre à la place d'une jeune femme qui réfléchit à son orientation. Elle est bonne en mathématiques et en physique mais pas excellente. Certes, les temps ont changé, plus personne n'oserait aujourd'hui lui dire « Mais les maths, ce n'est pas pour les filles ! ». Elle hésite encore ... mais cette publicité lui fait bien comprendre où est sa place.

La psychologie sociale s'intéresse aux stéréotypes et à leur impact psychologique sur les individus qui en sont la cible. Un phénomène appelé « menace du stéréotype¹ » a été mis en évidence en 1995 par deux chercheurs en psychologie sociale de l'Université Stanford aux États-Unis, Claude Steele et Joshua Aronson : en situation d'évaluation de ses capacités ou compétences, la personne peut craindre d'alimenter ou de confirmer le stéréotype, et cela peut provoquer une diminution de ses performances. La menace du stéréotype est particulièrement importante pour notre réflexion sur les filles et les maths.

Une conséquence importante de ce phénomène de menace du stéréotype est qu'il risque de provoquer le désinvestissement des membres des catégories sociales stigmatisées dans le domaine d'application du stéréotype. Baisse de performance et désinvestissement : c'est exactement ce qui se passe pour les filles par rapport aux mathématiques ou à l'informatique.

Confrontées aux premières difficultés lors d'une épreuve de mathématiques ayant un enjeu important, les filles ayant intériorisé le stéréotype « les filles sont moins bonnes en mathématiques que les garçons », interprètent ces difficultés comme une confirmation de ce stéréotype : 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.

De plus, l'adolescence est une période de construction de l'identité. Or, cette construction identitaire s'élabore à partir des caractéristiques de son groupe d'appartenance. En effet, pour se structurer, l'adolescent-e se compare à ses pairs de même sexe, pour ajuster son comportement aux normes, traditions et usages du groupe (manière de s'habiller, de parler, goûts musicaux, choix de filières d'orientation, de métiers, ...). Chacun-e a besoin de prouver à soi-même et aux autres, qu'elle est bien une fille/femme ou qu'il est bien un garçon/homme. À l'âge où la confiance en soi fait souvent défaut, transgresser une norme relative à son sexe est alors très difficile, d'où des choix d'orientation des filles et des garçons conformes aux stéréotypes sociaux de sexe. Les choix faits par les filles sont très contraints alors qu'elles pensent faire de vrais choix personnels. Il en est de même pour les garçons.

¹ Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797-811.





Manque de modèles

Si vous deviez citer des noms de scientifiques, de nombreuses réponses vous viendraient à l'esprit ; parmi ces personnages, combien de femmes ?

On pourrait en déduire qu'il n'existe pas de femmes reconnues en sciences et cela prouverait que les femmes ne sont pas douées pour les matières scientifiques.

L'historique de la situation faite aux femmes permet de comprendre cet état de fait, sans d'ailleurs avoir à remonter très loin et sans se limiter aux sciences...

Quelle est la réalité historique ?

À toutes les époques les femmes ont travaillé dur, à la tâche, chez elles, dans les champs, à la ferme, dans le commerce, les soins... et plus tard à l'usine, mais ne recevaient aucun enseignement. Il suffisait qu'elles sachent tenir une maison et s'occuper des enfants : la transmission de mère à fille était largement suffisante. Seules les femmes de l'aristocratie ou de la haute bourgeoisie pouvaient recevoir une éducation délivrée par des précepteurs, dans le but supplémentaire de distraire leurs maris : musique, chant, lecture, etc.

Dans notre pays, l'instruction primaire obligatoire des filles remonte à la fin du XIXe siècle et elles n'ont accès au même baccalauréat que les garçons que depuis 1924. Ce n'est qu'à la fin du XIXe siècle que des femmes ont commencé à accéder aux études universitaires. Les pionnières, souvent des étrangères, ont pu s'inscrire car les règlements n'interdisaient pas la présence des femmes : lors de l'élaboration de ces règlements il n'était pas concevable qu'elles demandent à entrer à l'université ! Les écoles d'ingénieurs ne se sont ouvertes aux femmes que très progressivement au cours du XXe siècle, la dernière étant l'École navale en 1993.

Et n'oublions pas que, dès ses débuts au XVIIe siècle, l'Académie française s'est attelée à masculiniser la langue française, que les femmes françaises n'ont obtenu le droit de vote qu'en 1944, 14 ans après les femmes de Turquie, et celui de travailler et d'ouvrir un compte bancaire sans avoir besoin de l'autorisation de leur mari qu'en 1965.

Dans ces conditions, n'ayant pas accès à la connaissance, comment auraient-elles pu produire du savoir ?

Et pourtant, malgré les interdictions et les difficultés, dès l'Antiquité, des femmes ont apporté des contributions décisives au progrès des sciences ; parmi elles, citons Hypatia, Ada Lovelace, Sophie Germain, Sofia Kovalevskaïa, Marie Skłodowska-Curie, Emmy Noether...

Depuis Christine de Pisan au XVe siècle, de plus en plus de femmes et quelques hommes ont dénoncé l'injustice de la situation faite aux femmes, justifié qu'elles méritent l'accès à l'instruction autant que les hommes, démontré qu'elles sont non seulement également capables qu'eux d'étudier mais aussi de produire du savoir.

Au cours des siècles, elles sont de plus en plus nombreuses à braver les interdits, surtout lorsque se constituent les premiers mouvements de femmes. Si quelques femmes scientifiques sont aujourd'hui reconnues, combien ont été oubliées, effacées, voire ridiculisées, méprisées. Certaines femmes ont même choisi de se travestir en hommes pour être prises au sérieux.

Il n'est pas rare que des découvertes remarquables faites par des femmes aient été attribuées à des hommes de leur entourage personnel ou professionnel, mari, frère, collaborateur, professeur, ou exploitées par des hommes pour leurs propres travaux, sans faire référence à la femme qui en est à l'origine. Et ceci reste vrai de nos jours. Les exemples de prix Nobel attribués à des hommes et « oubliant » les femmes ayant fait des découvertes fondamentales ne manquent pas : Lise Meitner et Rosalind Franklin par exemple. Un exemple récent : Donna Strickland n'a atteint le niveau le plus élevé de la hiérarchie des professeurs de son université et n'a eu un article à son nom sur Wikipedia qu'après l'obtention de son prix Nobel de physique en 2018.

Le domaine des mathématiques n'échappe pas à cette absence de reconnaissance des femmes. La médaille Fields, la plus haute récompense mondiale en mathématiques créée en 1936, est décernée tous les 4 ans à deux, trois ou quatre mathématicien-n-es, âgés d'au plus 40 ans. Il a fallu attendre près de 80 ans avant qu'une femme reçoive cette distinction en 2014, la mathématicienne iranienne Maryam Mirzakhani. En 2022, une deuxième femme a reçu la Médaille Fields : la mathématicienne ukrainienne Maryna Viazovska.



Quelles sont les conséquences de cette absence de femmes reconnues sur les filles d'aujourd'hui ?

Lorsqu'on doit préparer son avenir, il est important de pouvoir se projeter et pour cela d'avoir des modèles auxquels s'identifier. Pour les garçons, il est très facile de trouver de nombreux exemples de référence dans tous les domaines, dans la réalité comme dans la fiction.

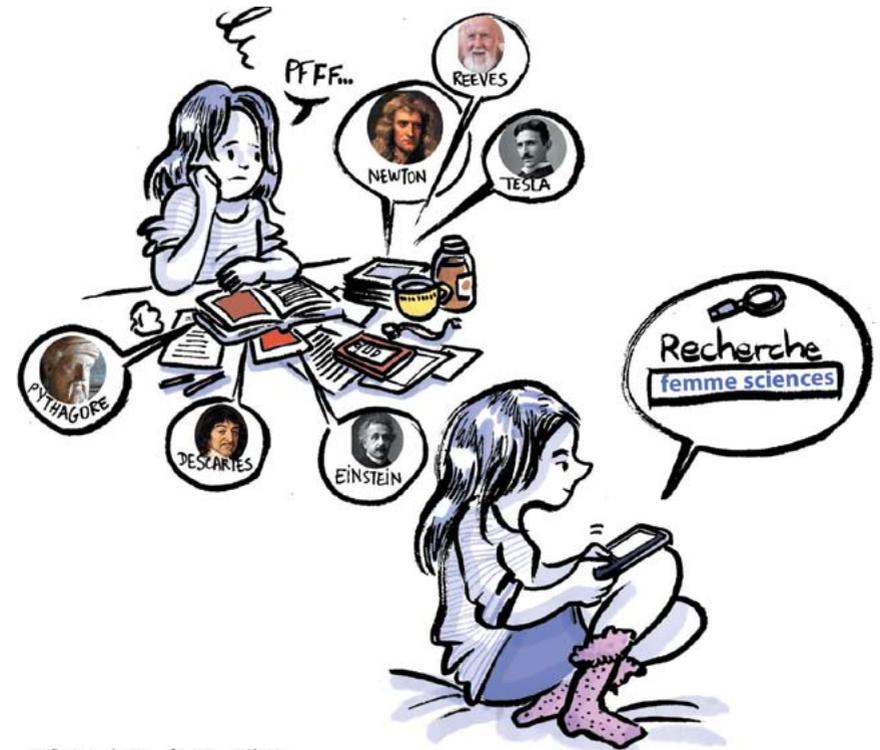
Il n'en est pas de même pour les filles susceptibles d'être attirées par les sciences : la référence scientifique quasi-unique, Marie Curie, est titulaire de deux prix Nobel et, jusqu'à présent, la seule personne ayant obtenu deux prix Nobel dans des domaines différents. Difficile pour une adolescente de s'identifier à un tel modèle ! De nombreuses mathématiciennes ou informaticiennes actuelles ont bénéficié d'exemples de femmes de leur entourage (mère, tante, amie de la famille) exerçant un métier dans ces domaines. Elles ont ainsi pu se construire en sachant qu'il est possible pour une femme de se lancer dans ce type d'études.

Ceci prouve l'importance de la mise en valeur de modèles, femmes scientifiques reconnues ou anonymes, ingénieures, chercheuses..., auxquelles les filles d'aujourd'hui peuvent s'identifier, les autorisant à s'orienter dans ces voies quand elles en ont le désir, avec l'appui bienveillant des adultes qui les entourent.

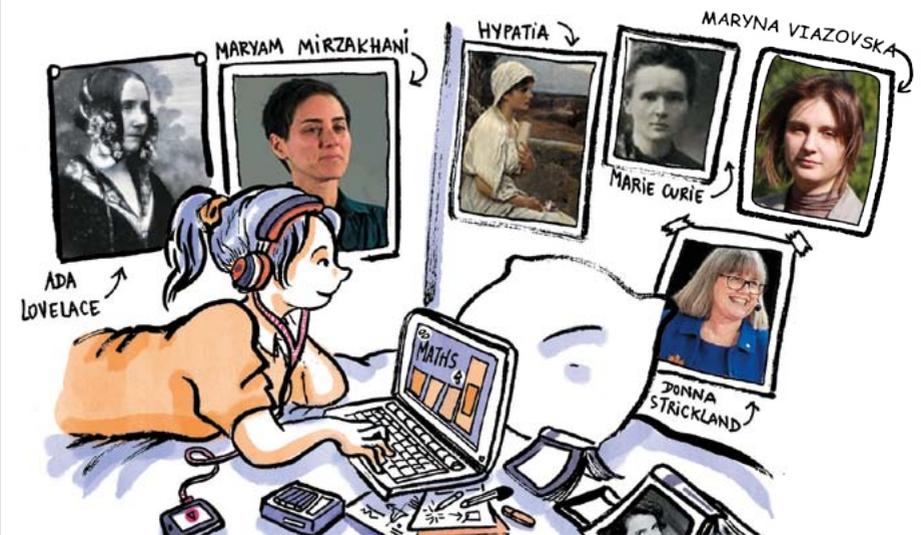


Il est très important d'employer le féminin pour au moins deux raisons. Si un texte ou un discours est entièrement au masculin, dit « neutre » :

- les femmes ne se sentent pas concernées. S'il est important d'inciter des filles à suivre la spécialité numérique et sciences informatiques en première, le plus efficace serait de s'adresser directement aux lycéennes !
- les femmes sont invisibilisées, ce qui conduit par exemple à l'idée qu'il n'existe pas de femmes scientifiques remarquables. Pour balayer les arguments contre l'usage du féminin dans la langue, voir le *Guide pratique pour une communication publique sans stéréotype de sexe* [2].



DEUX ANS PLUS TARD...



4 Méconnaissance des métiers

Les jeunes, filles comme garçons, n'ont généralement pas connaissance des métiers existants autres que les plus répandus ou ceux exercés dans leur entourage. En particulier, elles et ils ont des idées très floues sur les métiers scientifiques et techniques. Or, ces métiers sont en pleine évolution avec le développement du numérique, de l'intelligence artificielle, et ceux de demain n'existent pas encore : tout se reconstruit en permanence !

Les stéréotypes liés à l'image des sciences et des scientifiques, et aux rapports sociaux de sexe, ont pour conséquence, encore aujourd'hui, que « les métiers ont un sexe ». Cela entraîne une défiance des filles et des femmes envers les métiers scientifiques et techniques, et donc envers les études qui y mènent.

Cette image est perpétuée aussi par les manuels scolaires : de manière générale, les femmes y sont quasiment inexistantes. On rencontre très peu d'écrivaines dans les manuels de français ; la place des femmes en histoire est escamotée ; en mathématiques, on rencontre un personnage féminin pour cinq personnages masculins. En particulier, dans les exercices de maths, les rôles attribués aux femmes et aux hommes sont beaucoup plus traditionnels qu'innovants : les femmes sont présentées le plus souvent dans des tâches liées à la famille ou subalternes, alors que les hommes apparaissent dans le divertissement, le sport, des professions à responsabilités.

Parmi les idées reçues...



Et pourtant, les mathématiques associées à l'informatique sont désormais indispensables dans tous les domaines de l'activité humaine. De nouveaux métiers apparaissent sans cesse : les femmes, qui constituent la moitié de l'humanité, doivent y prendre leur place et participer à l'évolution de la société en apportant leurs idées et compétences !



Aujourd'hui, plus de la moitié des ingénieur-es diplômé-es n'est pas passée par les classes préparatoires.

D'où l'importance, lors de nos actions envers les filles, des échanges avec des femmes exerçant des métiers différents liés à ces domaines et ayant suivi des parcours très divers. Bon nombre d'entre elles ont changé plusieurs fois d'orientation au cours de leurs études, mais aussi pendant leur vie professionnelle, en évoluant dans différents domaines à l'intérieur de l'entreprise, voire en reprenant des études. Certaines ont mené deux passions en parallèle, qui ont fini par se rejoindre, par exemple photo et maths à travers le traitement de l'image. D'autres, après un échec dans les études de médecine, ont finalement rejoint le domaine des mathématiques ou de l'informatique grâce à la statistique appliquée aux recherches médicales par exemple.

Il est très rassurant pour les filles de savoir que, souvent, leurs aînées à leur âge ne savaient pas ce qu'elles allaient faire plus tard et que c'est petit à petit, après des études et des stages, à travers des rencontres et des opportunités, qu'elles ont pu réellement choisir.



Des exemples de nouveaux métiers sont présentés dans la brochure Zoom métiers : *mathématiques, statistique et informatique* [3] publiée par l'Onisep début 2021 et à laquelle *femmes et mathématiques* a participé.



5 Pour l'égalité en mathématiques et en informatique

Pourquoi cette préoccupation ?

Comme nous l'avons expliqué précédemment, il n'est pas question d'imposer quoi que ce soit à des jeunes. Par contre, en observant les statistiques sur l'évolution de la place des femmes dans les domaines liés aux mathématiques et à l'informatique, nous ne pouvons que nous alarmer de la croissance très faible de leur proportion en mathématiques, voire de leur diminution en informatique.

Nous savons que de nombreuses filles sont attirées et intéressées par ces domaines de connaissance et de culture. Elles y développeraient une vie professionnelle épanouissante, mais n'osent pas se lancer car les pressions sociales limitent leurs horizons.

Les mathématiques sont généralement décrites par des mots tels que rigueur, logique, difficulté, compétition : termes associés « au masculin ». Mais tous les mathématiciens et toutes les mathématiciennes parlent aussi de curiosité, d'imagination, de créativité, d'intuition, et même de beauté : termes habituellement associés « au féminin » !

Les mathématiques ont des liens avec les arts : musique, peinture, architecture, etc., mais aussi avec la médecine, la biologie et l'écologie, et même les sciences humaines. Elles constituent un domaine dans lequel il est possible de s'épanouir, de trouver du plaisir et même de la passion. Pourquoi seraient-elles réservées à une seule moitié de l'humanité ?

Il n'y a pas si longtemps, les mathématiques étaient considérées comme « la » matière de sélection. Ce n'est plus le cas aujourd'hui. Avec la réforme Blanquer, elles ne faisaient plus partie des enseignements obligatoires au lycée général à partir de la 1^{ère}. Cela ne faisait qu'accroître notre inquiétude : des choix d'orientation imposés de façon plus précoce, à une période difficile de la construction de l'identité, risquent d'entraîner une évaporation encore plus importante des filles dans ces études. Cela a suscité de nombreux débats qui ont conduit le gouvernement à réintroduire pour l'année scolaire 2022-2023 un enseignement de mathématiques dans le tronc commun, à raison d'une heure et demi par semaine en 1^{ère} générale.

Lors de nos actions, nous rencontrons beaucoup de filles passionnées. Mais souvent, elles sont hésitantes, ont des doutes sur un avenir possible pour elles dans ces voies. Elles ont donc besoin d'être encouragées et soutenues ; et ceci est particulièrement vrai pour les filles éloignées géographiquement des universités et/ou de milieu social défavorisé.

Pourquoi cela intéresse-t-il la société ?

La société a besoin de tous les talents pour évoluer vers plus d'équilibre et de justice. En laissant de côté des pans entiers de sa population, elle se prive d'idées, de réalisations, d'inventions nouvelles. La diversité permet de développer la créativité.

Si l'avenir est au numérique, pourquoi laisser une seule catégorie de personnes, celle des « hommes, blancs, de moins de 50 ans », inventer le monde de demain à leur image ?



Les études prospectives montrent que, dans un avenir proche, ce domaine en particulier constituera un important gisement d'emplois variés, valorisants et rémunérateurs, et que les jeunes en formation actuellement ne seront pas en nombre suffisant : cette situation offre donc des opportunités pour toutes les filles tentées par ces métiers d'aujourd'hui et ceux à créer dans le futur.

Actuellement, de nombreuses entreprises cherchent à recruter davantage de femmes ayant une formation scientifique ou technique. C'est à la fois une volonté de leur part et une exigence de la société encouragée par les politiques.

Lorsqu'une fille est attirée par les sciences, vous pouvez lui assurer qu'elle a l'appui de la société, et qu'elle peut s'engager dans des études qui lui apporteront à la fois des satisfactions personnelles et des perspectives d'activités professionnelles passionnantes.

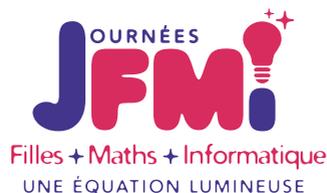
Nos actions en direction des filles

Ces actions sont destinées exclusivement aux filles afin de leur donner la possibilité de prendre la parole facilement et de réfléchir sereinement à leur choix d'orientation, à leur future vie professionnelle, sans avoir de rôle à jouer sous le regard des garçons. Elles sont notamment soutenues par les Fondations Blaise Pascal et Femmes@numérique.

Par ces actions, nous souhaitons donner aux filles la confiance en elles qui leur permettra de faire des choix d'orientation leur offrant une large ouverture, sans tabou et surtout correspondant à leurs goûts personnels, avec la certitude qu'elles pourront se réaliser pleinement à partir des mathématiques, de l'informatique ou du numérique.

Nous tenons à ce que les filles socialement et géographiquement défavorisées puissent y participer en priorité.

Les journées « Filles, maths et informatique : une équation lumineuse »



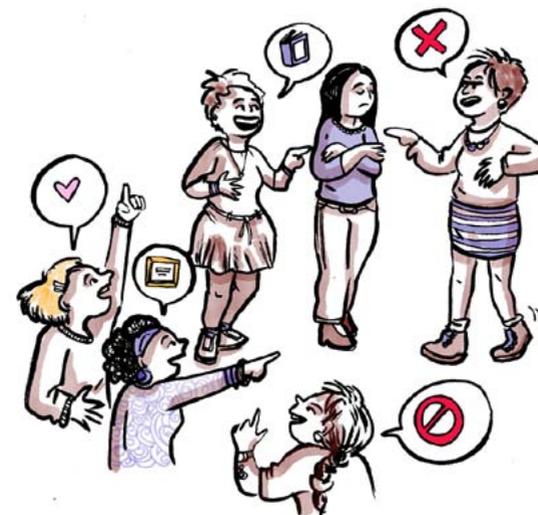
Elles s'adressent aux filles, de la troisième à la terminale « scientifique » et rassemblent jusqu'à 120 participantes dans un établissement d'enseignement supérieur.

Elles ont pour objectifs d'amener les participantes à repérer les stéréotypes sociaux de sexe pour tenter de s'en affranchir, découvrir des modèles d'identification accessibles, et mieux connaître les métiers des mathématiques, de l'informatique et le secteur du numérique.

Chaque journée se déroule dans un établissement d'enseignement supérieur afin de permettre aux participantes un premier contact avec un lieu susceptible de les accueillir dans les années à venir.

Le programme d'une journée est structuré autour de quatre temps forts :

- une conférence de mathématiques ou d'informatique donnée par une jeune chercheuse ou ingénieure,
- un atelier sur les stéréotypes sociaux de sexe en lien avec les maths et l'informatique,
- un *speed-meeting*, rencontre en petits groupes avec des femmes ayant étudié les mathématiques et/ou l'informatique, ou travaillant dans ces domaines,
- une pièce de théâtre-forum : d'abord jouée par des comédien·nes, elle met en scène une lycéenne à l'heure des choix d'orientation et aux prises avec le monde qui l'entoure, puis la meneuse de jeu instaure un dialogue critique sur les comportements des personnages et propose à des filles de rejouer certaines scènes.



A la fin de la journée, les participantes repartent avec quelques documents dont

- la brochure *Filles, maths et informatique : une équation lumineuse* destinée à leurs parents et accessible sur le site de *femmes et mathématiques*¹ dans la rubrique Ressources,
- Zoom métiers : mathématiques, statistiques et informatique, publié par l'ONISEP en avril 2021

Nous leur offrons aussi la possibilité d'être marrainées par une femme scientifique pendant une année scolaire. Pour en savoir plus, voir le dernier paragraphe de ce chapitre.

Contact pour les journées : jfetmi@femmesetmaths.fr

¹<https://femmes-et-maths.fr/ressources/documentation/>

Témoignages

Extraits des questionnaires d'évaluation remplis par les participantes.

Très bonne journée, enrichissante et qui m'a permis de remettre en cause mes préjugés sur les maths et de découvrir des aspects dont je ne soupçonnais même pas l'existence.



Merci pour cette lumineuse journée

Grâce à cette journée, je sais maintenant quelles études faire. Avant, j'étais perdue.



Journée enrichissante pour moi car elle m'a donné une vision positive des études scientifiques.



C'était une journée très complète, très intéressante, tout au long de laquelle je me suis réellement questionnée sur la place des femmes dans les sciences.



Merci pour cette journée très intéressante et très instructive. J'ai préféré la pièce de théâtre ainsi que la rencontre avec des chercheuses et des ingénieures.



Les « Rendez-vous des jeunes mathématiciennes et informaticiennes »

Il s'agit d'un programme ambitieux et innovant, lancé par les deux associations Animath et *femmes et mathématiques* et porté par un collectif d'étudiant-es.

L'idée est de réunir une vingtaine de lycéennes fortement intéressées par les mathématiques ou l'informatique, scolarisées en classe de première ou terminale, pendant 2 ou 3 jours dans un établissement d'enseignement supérieur, pour faire des mathématiques et de l'informatique, réfléchir sur la place que ces disciplines peuvent prendre dans leurs études et dans leur avenir professionnel, et rencontrer des personnes impliquées dans ces domaines.

Chaque rendez-vous propose des ateliers de recherche en petits groupes animés par des étudiant-es, des conférences par des mathématiciennes et des informaticiennes, des échanges avec des femmes scientifiques, des cours sur des sujets non abordés au lycée, une réflexion sur les stéréotypes sur les filles, les maths et l'informatique.

Le week-end se termine par une restitution orale : les participantes exposent au tableau les résultats qu'elles ont obtenus en travaillant en groupe sur leurs sujets respectifs, après seulement quelques heures de réflexion et d'échanges en atelier de recherche sur des problèmes ouverts.

Ces rendez-vous permettent à des jeunes filles envisageant de faire des études en mathématiques ou en informatique de découvrir l'enseignement supérieur et la recherche scientifique, de discuter de manière informelle avec d'autres jeunes passionné-es, de rencontrer des étudiant-es et des professionnel-les et de repartir avec des ressources et des éléments de réflexion sur leur avenir.

Il s'agit de montrer à ces lycéennes qu'elles ont toute leur place dans ces disciplines, et qu'elles peuvent s'y épanouir.

Pour en savoir plus : <https://filles-et-maths.fr/rjmi/>

Voici 2 témoignages de participantes que nous tenons à partager avec vous:

Ce stage était vraiment très instructif tant du point de vue mathématique (pour découvrir de nouveaux outils) que social (pour créer des liens avec d'autres filles intéressées par les mathématiques !) ou encore concernant notre orientation future (découverte de nouveaux métiers, avis objectifs quant au choix d'une classe préparatoire...). Il faut vraiment continuer à organiser ce stage car cela permet aux filles de s'orienter vers les mathématiques alors que ce n'était pas forcément leur intention au départ !

Ce week-end a été une super expérience pour moi, m'a beaucoup aidée à voir plus clair dans mes projets d'orientation qui étaient vraiment très flous et le sont moins à présent. Il permet de redonner confiance à des jeunes filles qui peuvent se sentir seules dans un milieu presque masculin.

En plus de ça, j'ai pu rencontrer des gens géniaux avec qui j'espère rester en contact !

L'exposition *Mathématiques, informatique... avec elles* !

En mai 2022, l'association *femmes et mathématiques* a inauguré (à l'Institut Henri Poincaré à Paris) une nouvelle exposition intitulée « Mathématiques, informatique... avec elles ! ». Elle est composée de 20 portraits de femmes ayant fait des études à forte composante mathématique ou informatique. Son objectif est d'améliorer l'image et l'attractivité de ces disciplines auprès des élèves, filles ou garçons, du secondaire ou du supérieur.

Voir <https://femmes-et-maths.fr/maths-info-avec-elles/> pour plus de détails.



Le speed-meeting en ligne chaque premier mercredi du mois

Depuis l'arrivée de la crise sanitaire en 2020, les deux associations ont fait tout leur possible pour adapter les journées et les rendez-vous « à distance », en maintenant les objectifs et en cherchant à leur conserver une structure la plus proche possible de la manifestation initiale.

Maintenant les activités ont certes repris en présentiel, mais ayant appris à organiser des rencontres en ligne, pour soutenir la réflexion des lycéennes sur leur orientation, *femmes et mathématiques* organise un speed-meeting en ligne à leur intention tous les premiers mercredis du mois, d'octobre à mai. C'est une opportunité pour elles de rencontrer 5 femmes ayant fait des études avec une forte composante mathématique ou informatique.

Le speed-meeting se déroule de 17h à 18h30, et se conclut par la proposition de marrainage.

Les inscriptions sont individuelles sur le site <https://femmes-et-maths.fr>

Marrainage

Le projet de marrainage de l'association *femmes et mathématiques* est né de la volonté de prolonger les réflexions sur l'orientation amorcées lors des speed-meeting ou des journées « Filles, mathématiques et informatique : une équation lumineuse ». Il consiste à mettre en relation des jeunes filles de la troisième à la terminale avec des femmes qui travaillent ou font des études en mathématiques ou l'informatique. Gratuite, la mise en relation dure une année scolaire, permettant aux jeunes filles de créer une relation privilégiée avec leur marraine.

Nos objectifs :

- encourager les jeunes filles à poursuivre des études en mathématiques ou informatique si elles le souhaitent et les amener à avoir plus confiance en elles ;
- leur ouvrir des horizons et leur faire découvrir divers métiers ;
- les aider dans leurs choix d'orientation tout en gardant la distance nécessaire ;
- leur permettre de bénéficier du réseau professionnel de leur marraine.

Il s'agit de les accompagner dans leur questionnement et de leur apporter les ressources nécessaires pour faire leur choix.

Pour en savoir plus, contactez-nous à jfetmi@femmesetmaths.fr

7 Conclusion

Nous récapitulons ci-dessous les messages que nous souhaitons faire passer aux adolescentes et pour lesquels, chère lectrice, cher lecteur, vous pouvez être un précieux relais :

- les filles sont tout aussi capables de faire des mathématiques et de l'informatique que les garçons, à tous les niveaux, y compris à un très haut niveau ;
- les stéréotypes de sexe sont présents partout et ils restreignent insidieusement les choix d'orientation des filles : savoir les repérer est important car cela permet de les désactiver ou, pour le moins, de prendre en compte leurs effets ;
- toutes les occasions de rencontrer des femmes exerçant des métiers nécessitant un bon niveau de mathématiques et/ou d'informatique sont intéressantes et importantes ; ces femmes peuvent devenir des modèles auxquels les adolescentes pourront s'identifier ;
- toutes les informations sur les métiers des mathématiques et de l'informatique sont précieuses : ce sont des métiers porteurs, qui évoluent très vite et qui sont au cœur de l'innovation et de la société d'aujourd'hui et de demain.





Références

Textes officiels

Convention interministérielle pour l'égalité entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes dans le système éducatif, 2019 - 2024.

<https://eduscol.education.fr/1631/les-enjeux-de-l-egalite-filles-garcons>

[2] *Guide pratique pour une communication publique sans stéréotype de sexe.*

http://www.haut-conseil-egalite.gouv.fr/IMG/pdf/hcefh__guide_pratique_com_sans_stereo-_vf_2015_11_05.pdf

Faire de l'égalité filles-garçons une nouvelle étape dans la mise en oeuvre du lycée du XXI^e siècle, 9 juillet 2021.

<https://www.education.gouv.fr/media/94424/download>

Articles, Revues

Opinions & Débats n°18

Filles et mathématiques : Déconstruire les mythes sur le genre, Elyès Jouini.

<https://www.louisbachelier.org/filles-mathematiques-deconstruire-mythes-genre/>

1024 – Bulletin de la Société informatique de France

Hors-série numéro 2 – février 2017 - *Femmes & Informatique*.

<https://www.societe-informatique-de-france.fr/bulletin/1024-hors-serie-numero-2/>

Profession Banlieue. L'école et la ville, 4 - 10/2010 –

Filles / garçons. Éducation à l'égalité ou transmission de stéréotypes sexistes ? Nicole Mosconi, 2010.

https://www.professionbanlieue.org/IMG/pdf/ecole_ville4_mosconi.pdf

Revue GEF - Genre Education Formation, numéro de décembre 2017

Les images des sciences et leur rôle dans l'élaboration des représentations enfantines en milieux populaires, Clémence Perronet

<https://revuegef.org/article/1/scientifiques-de-pixels-et-scientifiques-en-herbe>

HAL - Archive ouverte en science de l'homme et de la société, 2020

Les maths : obstacles ou leviers pour l'égalité des sexes ? Clémence Perronet

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02606217/document>

[1] *Les femmes et les sciences... au-delà des idées reçues*, édition 2019

https://femmes-et-maths.fr/wp-content/uploads/2020/07/Livret_fe_sc_2019_5.pdf

Documents ONISEP

- [3] Zoom métiers : mathématiques, statistique et informatique

- Parcours - Les métiers du numérique

- Parcours Avenir : L'égalité filles-garçons en question (ONISEP Grand Est)

Des portraits

Femmes en maths : portraits et expos

<https://femmes-et-maths.fr/femmes-en-maths/>

Des mathématiciennes européennes, sur le site de l'association européenne EWM (European Women in Mathematics).

<https://www.europeanwomeninmaths.org/women-mathematicians/women-portraits/>

40 femmes scientifiques remarquables, du XVIII^e siècle à nos jours, Femmes & Sciences, 2018.

<https://www.femmesetsciences.fr/ressources>

Quelques livres

Les oubliées du numérique, Isabelle Collet, Le Passeur, 2019.

Nos cerveaux, tous pareils, tous différents !, Catherine Vidal, Belin, coll. « Égale à Égal », 2015.

Les filles ont-elles un cerveau fait pour les Maths ?, Catherine Vidal, Le Pommier, 2012.

L'intelligence artificielle, pas sans elles, Aude Bernheim, Flora Vincent, Préface de Cédric Villani, Belin, coll. « Égale à Égal », 2019.

Combien de pas jusqu'à la lune, Carole Trébor, Albin Michel, 2019.

<http://caroletrebor.fr/combien-de-pas-jusqua-la-lune/>

Je suis ... Sophie Germain, Anne Boyé et Christine Charretton, Jacques André éditeur, 2017.

<https://www.jacques-andre-editeur.eu/livres/je-suis-sophie-germain/>

femmes mathématiques

L'association **femmes et mathématiques** a pour objectif de faire avancer l'égalité femmes-hommes en mathématiques dans tous les domaines et à tous les niveaux. Elle mène des actions spécifiques auprès des élèves du secondaire, des étudiant-es, des jeunes doctorant-es, visant à encourager les filles à poursuivre des études à forte composante mathématique ou informatique et à s'engager dans les métiers auxquels ces études peuvent mener.

L'association agit également pour le recrutement de plus de femmes dans les entreprises, les universités et les organismes de recherche. Son expertise est reconnue officiellement. Elle est impliquée dans des associations européennes et internationales ayant des buts similaires.

Contact : fetm@femmes-et-maths.fr et site : <https://femmes-et-maths.fr>



Créée en 1998, **Animath** est l'association de référence nationale pour la promotion des mathématiques « périscolaires » auprès des jeunes. Les activités périscolaires s'exercent à côté du cadre des classes et des programmes scolaires ; le terme recouvre la pratique d'activités ludiques, d'initiation à la démarche de recherche, la participation à des concours, le contact avec la culture et la recherche en mathématiques contemporaines. Elles s'adressent à toutes et tous, et en particulier à celles et ceux qui sont très motivé-es. Animath est particulièrement sensible aux inégalités sociales, ainsi qu'à la présence insuffisante des filles dans les études et les métiers scientifiques.

Contact : contact@animath.fr et site : www.animath.fr

Chacune des deux associations bénéficie d'un agrément national du Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports au titre des associations éducatives complémentaires de l'enseignement public.

La Fondation Blaise Pascal a pour vocation de promouvoir, soutenir, développer et pérenniser les actions de médiation scientifique en mathématiques et informatique à destination de tout-e citoyen-ne. Ses actions se tournent plus particulièrement vers les femmes et vers les jeunes socialement et géographiquement défavorisés. Elle soutient financièrement les journées JFMI depuis 2017 et est devenue une partenaire privilégiée des associations *femmes et mathématiques* et Animath pour leur organisation.

La Fondation Femmes@Numérique, créée sous l'égide de La Fondation de France, a pour ambition de « donner envie » aux jeunes filles et aux femmes de s'orienter vers les métiers du numérique, en s'appuyant sur la richesse du tissu associatif et des entreprises partenaires.

Nous remercions Anne Boyé, Hannane Nebie, Nicole Ingrand, Martine Bély pour leurs relectures attentives.

Direction de publication :

Anne BOYÉ, présidente de *femmes et mathématiques*,

Edition révisée de la brochure intitulée « La parité en mathématiques et en informatique : une perspective lumineuse », imprimée en février 2021.

Achévé d'imprimer décembre 2022

ISBN : 978-2-9576899-3-4

Date dépôt légal : décembre 2022

Impression Compo Offset à Conflans (78)

www.compo-offset.fr

Cette brochure s'adresse aux parents, aux enseignant-es,
et aux intervenant-es auprès des jeunes.

Nous commençons par un rapide état des lieux qui pointe
la faible proportion des filles et des femmes aujourd'hui
en mathématiques et en informatique dans notre pays.

Puis nous cherchons à analyser les raisons conduisant à cette situation
inacceptable : les stéréotypes sociaux de sexe, le manque de modèles
d'identification, la méconnaissance des métiers des
mathématiques et de l'informatique.

Enfin, nous présentons des exemples d'actions menées
spécifiquement en direction des collégiennes et des lycéennes
par l'association *femmes et mathématiques*
en partenariat avec Animath.

Par ces actions, nous avons l'ambition d'aider les élèves à aborder
leur orientation avec un regard « débarrassé » des stéréotypes
imposés par la société et avec des ambitions correspondant
à leur niveau et à leurs possibilités réelles, en toute liberté,
sans subir de pression insidieuse.

Mais la tâche est immense et des relais sont indispensables :
vous en constituez des éléments essentiels.



ISBN 978-2-9576899-3-4



9 782957 689934