



Dossier pédagogique

Elle est mathophile !

De et avec Anne Rougée

« Prof de maths. Tout un programme, hein ? Mais pour cette Mathophile, c'est acquis, elle en a la conviction intime : les maths c'est utile. Ça peut même être facile. Mais surtout : elle aime ça ! Là où ça coince, ce n'est pas seulement avec les élèves, mais aussi... avec leurs parents ! Ceux qui fixent des objectifs de réussite à leur progéniture, trouvent comme eux que "les maths ça déprime", voire : leur transmettent involontairement leur peur des maths ! Face à ces mauvais exemples, elle n'a pas le choix : elle doit trouver la solution. Sa formule ? *Vivent les fausses pistes et le droit à l'erreur !...* Car la victoire est au bout de l'épreuve !

Dans ce spectacle où je suis seule en scène, j'aborde la question de notre rapport aux maths à travers le personnage d'une prof, amoureuse des maths, qui cherche à transmettre sa passion. Faisant face tantôt à ses élèves tantôt à leurs parents, elle tente de comprendre comment surmonter les incompréhensions, les *a priori* et les blocages des un-e-s et des autres. Sur un mode comique, en interaction avec le public, mon personnage - et les autres figures qu'elle convoque - fait vivre les différentes émotions liées à l'univers des mathématiques.

À travers l'évocation décalée de mon propre parcours de mathématicienne, entrecoupée de chansons, je convie ainsi le public à un moment de rire sans complexe sur les joies et les affres de l'apprentissage des maths. »

Anne Rougée
Autrice

I. PRESENTATION DE LA PIÈCE

1. Une création de la Comédie des Ondes

La Comédie des Ondes est une compagnie de théâtre dédiée à la **médiation scientifique par le spectacle vivant**. Ses spectacles touchent à des thèmes scientifiques en lien avec des questions de société et sont destinés à un large public. La Comédie des Ondes porte une attention toute particulière aux jeunes et au public scolaire. De fait, la compagnie intervient régulièrement en école primaire, en collège et en lycée pour y jouer ses spectacles et susciter le débat avec les élèves et les enseignants.

Les spectacles de la Comédie des Ondes sont créés en partenariat avec des scientifiques. Chaque pièce s'élabore ainsi en lien avec un comité scientifique qui lui est propre.

La Comédie des Ondes entretient un lien avec le public avant, pendant et après ses représentations, notamment en diffusant des éléments documentaires ou multimédia sur ses spectacles (texte et dossier de présentation des pièces, dossier pédagogique, diaporamas commentés ou extraits vidéos).

➔ Site de la Comédie des Ondes : <http://www.comediedesondes.com/>



2. Un solo comique en chansons

Durée de la représentation : 50 minutes

◆ *Elle est mathophile !* aborde le thème des mathématiques sous plusieurs angles. Celui de l'école tout d'abord : tour à tour enseignante mathophile ou élève mathophobe, la comédienne alterne les rôles. Elle révèle les différents états affectifs que suscitent les mathématiques, la peur et le découragement parfois, mais aussi la joie de comprendre et d'aimer cette discipline. La salle de classe devient ici le laboratoire vivant des émotions provoquées par les mathématiques.

◆ Ce spectacle appréhende également les mathématiques sous l'angle des rapports de genre. La pièce s'interroge sur la place des femmes en mathématiques et encourage les jeunes filles à se lancer dans cette filière. Sur scène, la comédienne, longtemps chercheuse en mathématiques, revient en effet sur son propre parcours. Des bancs du lycée au doctorat, en passant par la classe préparatoire, elle relate les doutes et les interrogations qui ont traversé ses études, sa découverte du monde de la recherche et partage avec le public sa passion pour les mathématiques.

◆ Cette pièce de théâtre aborde les mathématiques avec humour et légèreté. Faire rire avec les maths : tel est en effet le mot d'ordre de la pièce, qui défend l'idée qu'il est possible d'aimer les mathématiques et d'y prendre plaisir. Solo comique en paroles donc, mais aussi en chansons : sur scène, la comédienne chante les joies et les affres de l'apprentissage des maths sur trois mélodies bien connues.

Trois thèmes musicaux sont en effet repris et revisités ici, pour évoquer avec humour les émotions que suscitent les mathématiques tant chez les mathophiles que chez les mathophobes :

- chanson de l'angoisse des maths « La prof de maths veut me faire la peau », sur l'air de « Like a Hobo » de Charlie Winston (2009) ;
- chanson de la mathophile « Mon cœur est pris par les maths », sur l'air de « My Heart Belongs to Daddy » de Cole Porter (1938) ;
- chanson de la victoire en maths « J'ai enfin compris les mathématiques », sur l'air du thème de *New York, New York* de John Kander (1977).

Les différentes émotions suscitées par les univers mélodiques de chaque chanson sont ainsi associées aux émotions similaires qui peuvent être éprouvées envers les mathématiques. Ce choix artistique permet de ménager des temps de respiration au cours de la représentation et permet de susciter une forte adhésion du public.

En bref...

Ce sont donc plusieurs personnages qui prennent vie sur scène. Si la comédienne se met volontiers dans la peau de l'élève mathophobe, c'est avant tout le rôle de l'enseignante qu'elle explore : son rapport aux mathématiques, aux élèves, aux parents, et le parcours suivi en mathématiques, qui se confond ici avec la propre trajectoire d'Anne Rougée. Car *Elle est mathophile !* est avant tout l'histoire d'une passionnée de maths, à l'enthousiasme communicatif.

→ Bande-annonce :

<https://www.youtube.com/watch?v=k3QRMe57Pn8>

→ Photos :

<http://www.comediedesondes.com/#/photos-elle-est-mathophile/4370616>

→ Sur la conception du spectacle : article de Anne Rougée sur le site images des Maths

<http://images.math.cnrs.fr/Fais-des-maths-ma-fille-ca-mene-a.html>



II. OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Publics ciblés

- Collège : Classes de 4^{ème} et de 3^{ème} (avec un travail préparatoire sur le dossier pédagogique conseillé)
- Lycée : toutes classes
- Grand public

Comité scientifique

- Louise Lafortune, professeure Ph.D au Département des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Trois-Rivières
- Véronique Slovacek-Chauveau, professeure de mathématiques et vice-présidente de l'association [femmes & mathématiques](#)
- Bernadette Guéritte-Hess, orthophoniste, cofondatrice de l'association [GEPALM](#)

1. Réconcilier plaisir et mathématiques

Les mathématiques occupent une place à part dans le système scolaire. Sélection, compétition, formatage, élitisme : voilà des qualificatifs souvent rattachés à cette discipline, et les élèves éprouvent parfois à son égard une certaine anxiété, voire une véritable peur des mathématiques.

Elle est mathophile ! s'attache à montrer que si l'on n'est pas obligé d'aimer les mathématiques, il est pourtant possible d'y prendre goût, pour peu que l'on balaye ses peurs et ses appréhensions. Prendre plaisir à faire des maths, c'est possible : voici ce qu'affirme la pièce, qui met en scène tant l'élève mathophobe que l'enseignante mathophile, avec humour... et en chansons !

◆ La peur des mathématiques

Dans leur ouvrage *Chères mathématiques*, Louise Lafortune et Bernard Massé décrivent ainsi ce terme : « La peur des mathématiques est un état affectif caractérisé par des sentiments d'aversion et de panique à l'égard de cette discipline. Elle peut mener à la désorganisation mentale dans l'apprentissage des mathématiques ou dans la démarche de résolution de problèmes. La peur des mathématiques est plus intense que l'inquiétude et les malaises ; elle peut facilement mener à l'évitement si elle finit par créer des tensions insupportables. »

Quelles en sont les conséquences pour les élèves ? *Chères mathématiques* décrit les réactions les plus courantes chez les personnes en proie à la peur des mathématiques : « Par exemple, lorsqu'une explication est donnée, une personne qui vit une telle tension prend des notes comme un robot sans s'interroger sur son niveau de compréhension : elle pense pouvoir comprendre seule par la suite. Ainsi, l'apprentissage finit trop souvent par se résumer à la mémorisation de formules et de procédures en les associant à des types de problèmes ; il n'y a pas de compréhension véritable. On s'imagine aisément la tension vécue lors des évaluations. Les trous de mémoire peuvent facilement surgir ; soulignons en passant que l'on entend rarement parler de « trous » de compréhension. »

Quelles solutions face à la peur des mathématiques ? *Chères mathématiques* livre quelques pistes : répondre patiemment aux questions des élèves, croire en leur capacité, réagir aux phrases comme « c'était facile », « j'ai été chanceux ou chanceuse », « tu m'as aidé ou aidée » pour qu'elles deviennent « je suis capable de... », faire valoir les progrès même s'il n'y a pas réussite, s'engager personnellement sur des aspects pédagogiques, parler de ses propres difficultés en mathématiques, ou encore dire et redire que la solution ne surgit pas spontanément à l'esprit - l'anxiété à l'égard des mathématiques n'est pas innée, et il est possible d'en venir à bout.



◆ Difficultés logico-mathématiques

Les difficultés logico-mathématiques peuvent résulter d'un véritable dysfonctionnement dans l'élaboration des structures de pensée. Des techniques rééducatives existent, qui s'appuient sur des méthodes élaborées par des orthophonistes, des psychologues, des psychomotriciens et des enseignants spécialisés ou non. Ces méthodes utilisées auprès des jeunes présentant des difficultés logico-mathématiques permettent ainsi de prendre en charge certains troubles de la compréhension, du raisonnement et du calcul (dyscalculie).

◆ Plaisir et mathématiques

Prendre plaisir à faire des maths... Et si c'était possible ? Montrer les mathématiques sous un autre jour, mettre en lumière les liens qu'entretient la discipline avec les arts géométriques et typographiques, les jeux de cartes, la musique, les sciences sociales, les jeux de hasard : de nombreux films et ouvrages s'attachent à faire découvrir les mathématiques autrement, pour que même ceux qui clament ne pas les aimer soient sensibilisés à ses aspects ludiques et enthousiasmants. Quelques ressources pédagogiques sont proposées dans la partie III de ce dossier.

2. Déconstruire les stéréotypes sur les femmes et les mathématiques

Elle est mathophile ! sensibilise le public à la question de la sous-représentation des femmes en mathématiques. L'objectif affiché ici est d'encourager les jeunes filles à se lancer dans des études scientifiques, en faisant fi des stéréotypes de genre dans les choix d'orientation.

Parce qu'elle met en scène une chercheuse en mathématiques et retrace son parcours, la pièce permet aux jeunes filles de s'identifier au personnage et de se projeter, l'espace d'un instant, dans la peau d'une mathématicienne. « Si une autre l'a fait, alors je peux le faire aussi » : les étudiantes qui prennent conscience des trajectoires fructueuses de leurs aînées se lancent ainsi plus facilement dans des carrières scientifiques. Le manque de modèles féminins est ainsi souvent pointé du doigt pour expliquer la désaffection des jeunes filles pour les filières mathématiques.

◆ Un petit historique

Les femmes ont toujours été historiquement sous-représentées en mathématiques. De nombreux obstacles sociaux les empêchaient de se tourner vers cette discipline. Malgré ces difficultés, des femmes ont cependant réussi à s'illustrer en mathématiques.

Ce fut le cas par exemple de la philosophe et scientifique Hypatie d'Alexandrie à la fin du IV^{ème} siècle après J.C ou encore de la française Sophie Germain (1776-1831), auteure de contributions remarquables en arithmétique. La mathématicienne russe Sofia Kovalevskaya, renommée pour le théorème de Cauchy-Kovalevskaya, obtint quant-à-elle une nomination universitaire à Stockholm en 1884.

Ce n'est cependant qu'au cours du XX^{ème} siècle que la situation s'est peu à peu améliorée pour les mathématiciennes, et qu'elles bénéficièrent d'un meilleur accès aux études universitaires et aux postes académiques. Emmy Noether, reconnue pour ses travaux fondamentaux en algèbre moderne et en physique mathématique, parvint ainsi à enseigner à la prestigieuse Université de Göttingen, notamment grâce au soutien du mathématicien David Hilbert.

Face à ceux qui s'opposaient à la nomination de Emmy Noether, ce mathématicien se serait notamment exclamé : « Je ne vois pas pourquoi le sexe de la candidate serait un argument contre son admission comme *Privatdozent*. Après tout, nous sommes une université, pas des bains publics ! ».



◆ Qu'en est-il aujourd'hui en France ?

Les filles réussissent mieux que les garçons

Dès l'école primaire, les filles obtiennent de meilleurs résultats scolaires que les garçons. Elles redoublent moins, leur taux de réussite au diplôme national du brevet et au baccalauréat est plus élevé.

...mais n'ont pas les mêmes parcours scolaires

À la fin du collège, quels que soient leur milieu social d'origine ou leur réussite scolaire, les filles s'orientent plus vers l'enseignement général et technologique que vers l'enseignement professionnel (et très rarement dans les sections industrielles). Dans l'enseignement général et technologique, elles délaissent plus facilement les filières scientifiques et techniques. Elles choisissent aussi des options différentes des garçons.

Après le baccalauréat, dans les classes préparatoires aux grandes écoles, 74 % des élèves des filières littéraires sont des filles, pour 30 % des élèves scientifiques. Seulement 27 % des diplômes d'ingénieurs sont délivrés à des femmes.

Les différences d'orientation entre filles et garçons ont des conséquences sur leur insertion dans l'emploi.

Filles et garçons intériorisent les stéréotypes

Filles et garçons continuent à se conformer à ce qui est reconnu comme leur domaine respectif de compétence dans les schémas socioprofessionnels. La persistance des choix sexués est autant le fait des garçons que des filles : ils anticipent des rôles adultes en fonction de représentations stéréotypées. Par exemple :

- quand ils se jugent très bons en mathématiques, huit garçons sur dix vont en filière scientifique,
- quand elles se jugent très bonnes en mathématiques, six filles sur dix vont en filière scientifique.

Premier degré

En fin d'école (CM2) et en fin de collège (troisième), les filles sont meilleures que les garçons en français et quasiment à égalité avec les garçons en mathématiques.

Second degré

En fin de seconde générale et technologique, les choix de séries ne sont pas les mêmes : les filles vont davantage vers les premières ES et L et les garçons vers les premières scientifiques, ce qui produit des différences de parité dans les séries. Conséquence de ces choix, la mixité est rarement atteinte, 88 % de filles en santé-social et 86 % de garçons en sciences de l'ingénieur. Les filles représentent 44,9% des élèves de terminale S et seulement 11,3% des élèves de terminale STI tandis qu'elles sont nettement majoritaires en terminale L (78,9%).

Après le baccalauréat

À série de baccalauréat équivalente, les filles et les garçons ne font pas les mêmes choix de poursuite d'études dans l'enseignement supérieur et de nombreuses formations de l'enseignement supérieur sont peu mixtes. Peu de filles en classes préparatoires scientifiques et peu de garçons en classes préparatoires littéraires. La part des femmes varie fortement selon la discipline : elles sont souvent majoritaires en cursus licence et en master mais pas en doctorat.

Chiffres-clés : 57 % des docteurs en lettres sont des femmes tandis que l'on compte 38 % de femmes parmi les docteurs en sciences.

Pour aller plus loin...

➔ Brochure du Ministère de l'Éducation Nationale (édition 2016) [Filles et garçons sur le chemin de l'égalité](#)



Et dans la recherche académique ?

"Il y a une école française remarquable et il y a des femmes remarquables dans cette école française", convient Aline Bonami, présidente de la Société mathématique de France (SMF). Professeur émérite depuis 2006, cette mathématicienne n'est pas pour autant optimiste quant à l'avenir des femmes en mathématiques, en particulier en *"maths pures"* ou fondamentales.

"La situation est en train de s'aggraver, alors que dans toutes les autres disciplines la tendance est à avoir davantage de femmes, même si l'évolution est plus ou moins lente", confirme Laurence Broze, présidente de l'association Femmes et Mathématiques, qui célèbre cette année un quart de siècle d'existence.

Directrice de l'UFR de Mathématiques à l'Université de Lille 3, Laurence Broze dégage des chiffres: *"Il reste aujourd'hui une trentaine de femmes professeurs de mathématiques pures"* - contre quelque cinq cents hommes - moitié moins qu'à la meilleure époque.

20-80. En mathématiques appliquées (qui s'intéressent à des problèmes venant d'autres sciences) les femmes tirent un peu mieux leur épingle du jeu, mais cela ne suffit pas à faire bouger les lignes. *"Toutes disciplines et grades confondus, on a à l'université 40% de femmes pour 60% d'hommes. En mathématiques, c'est 20% de femmes pour 80% d'hommes",* relève Laurence Broze.

Tiré d'un article de Sciences et Avenir : [*Femmes et mathématiques, les stéréotypes ont la vie dure*](#)

◆ Des mathématiciennes à l'honneur

Sous-représentées dans les filières scientifiques, les femmes le sont également dans le monde de la recherche mathématique. De fait, elles se retrouvent peu souvent sous les projecteurs lors des congrès internationaux et jusqu'en 2014 aucune n'avait reçu la Médaille Fields, récompense suprême dans la communauté mathématique.

Pourtant, les chercheuses en mathématiques sont tout aussi brillantes que leurs homologues masculins, et s'illustrent régulièrement sur la scène internationale. Plusieurs chercheuses françaises ont été ainsi tout récemment mises à l'honneur :

En 2008, **Laure Saint-Raymond**, spécialiste des équations aux dérivées partielles, recevait l'un des dix prix prestigieux accordés tous les quatre ans par la Société mathématique européenne à de jeunes chercheurs d'au plus trente-cinq ans. Elle est aujourd'hui professeure à l'Université Pierre et Marie Curie et au Département de Mathématiques et Applications de l'École Normale Supérieure. Elle a été par ailleurs élue membre de l'Académie des Sciences le 10 décembre 2013.

En 2009, **Sophie Morel**, chercheuse en mathématiques fondamentales, devenait la première femme à être nommée professeur au département de mathématiques de Harvard. Trois ans plus tard, elle recevait l'un des dix prix de la Société mathématique européenne. Elle enseigne aujourd'hui à l'Université de Princeton.

En 2010, **Claire Voisin** était invitée en tant que conférencière plénière au congrès international des mathématiciens. Directrice de recherche au CNRS, membre de l'Académie des Sciences, elle a reçu à ce jour de nombreuses récompenses, dont le *Clay Research Award* en 2008.

En 2012, **Nalini Anantharaman** (Laboratoire de mathématiques d'Orsay) et **Sylvia Serfaty** (Laboratoire Jacques-Louis Lions) recevaient le prestigieux prix Henri Poincaré, décerné tous les trois ans dans le domaine de la physique mathématique. Les deux lauréates sont par ailleurs issues de la même promotion de l'École Normale Supérieure. Sylvia Serfaty a également reçu l'un des dix prix de la Société mathématique européenne en 2004 et Nalini Anantharaman est quant-à-elle lauréate du Prix Salem 2010, qui récompense des travaux liés aux séries de Fourier.

Cette liste est bien entendu loin d'être exhaustive. Des mathématiciennes sont également distinguées par des prises de fonction lors de congrès mathématiques internationaux.



La mathématicienne belge **Ingrid Daubechies**, spécialiste des ondelettes et professeure à l'Université de Princeton, est depuis 2010 présidente élue de l'IMU pour le congrès international des mathématiciens de 2014.

La mathématicienne **Maria Esteban**, directrice de recherche au CNRS, est quant-à-elle présidente élue de l'ICIAM pour le congrès de 2015.

Enfin la Médaille Fields a été décernée pour la première fois à une femme en 2014. Il s'agit de la mathématicienne américaine d'origine iranienne **Maryam Mirzakhani**, connue pour ses travaux en topologie et géométrie et géométrie des surfaces de Riemann.

3. Présenter un parcours en mathématiques

Des bancs de l'école à la recherche, c'est toute une trajectoire en mathématiques qui est retracée ici. La pièce permet en effet de découvrir les différentes étapes d'une carrière scientifique.

La comédienne revient sur son propre parcours : passionnée par les mathématiques dès le lycée, elle entre en classe préparatoire scientifique puis intègre dans la foulée l'Ecole Normale Supérieure. Elle entreprend alors une thèse en mathématiques appliquées avant d'effectuer un post-doctorat au MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, prestigieuse institution de recherche américaine), prélude à une carrière dans la recherche en imagerie médicale.

La pièce relate notamment la vie de doctorante dans un laboratoire de mathématiques, et décrit, entre joies et doutes, les débuts dans la recherche.

◆ Quels métiers peut-on exercer avec un diplôme de mathématiques ?

Réponse de Edwige Godlewski, responsable de la spécialité Ingénierie mathématique du Master de l'UPMC :

Les secteurs où les jeunes formés en mathématiques trouvent une embauche couvrent presque tous les domaines : automobile, aéronautique, espace, énergie, transport, télécommunications, traitement du signal, de l'image, industrie pharmaceutique, secteur biomédical, génie civil, environnement, logistique, banque, assurance, prévision, media, etc. Le titre de l'emploi comporte souvent le terme ingénieur (si c'est au niveau master), ou analyste, chargé d'études, etc. Cela peut être statisticien, très rarement mathématicien. Le contenu du travail est lui aussi varié, l'utilisation des compétences en informatique pouvant rester très majoritaire (métiers nécessitant une expertise technique pointue, en méthodes statistiques ou numériques par exemple) ou se limiter, parfois dès le début, aux qualités transverses attendues de la discipline : abstraction, rigueur, esprit d'analyse, etc.

◆ Faut-il aller jusqu'au doctorat pour faire un métier qui utilise des mathématiques ?

Réponse de Adeline Samson, responsable de la licence professionnelle « Statistique et Informatique décisionnelle pour la Santé », de l'IUT Paris Descartes :

Non ! C'est la richesse des débouchés en mathématiques. Des métiers qui utilisent des mathématiques sont accessibles avec un master, un diplôme d'ingénieur, mais aussi un DUT ou une licence professionnelle. La différence entre ces métiers et ceux accessibles après un doctorat est dans la façon d'utiliser les mathématiques. Un docteur sera amené à développer, inventer de nouveaux modèles mathématiques, de nouvelles méthodes d'analyse, de calcul, d'estimation statistique. Avec un diplôme à Bac+5 ou Bac+2, +3, on demandera de savoir utiliser les mathématiques au travers de logiciels ou de méthodes déjà développées par des chercheurs et surtout de savoir choisir la méthode ou le modèle le plus adapté à la problématique sur laquelle on travaille.



◆ Faut-il être un génie pour être mathématicien ou une mathématicienne ?

D'après Terence Tao, l'un des meilleurs mathématiciens actuels (lauréat de la médaille Fields en 2006) : « La réponse est non, absolument pas. Apporter des contributions belles et utiles aux mathématiques nécessite de beaucoup travailler, de se spécialiser dans un domaine, d'apprendre des choses dans d'autres domaines, de poser des questions, de parler aux autres mathématiciens, et de réfléchir aux grandes lignes du paysage mathématique considéré. Et oui bien sûr, une intelligence raisonnable, de la patience, de la maturité sont aussi nécessaires. Mais en aucun cas on aurait besoin de posséder une sorte de gène magique du génie mathématique ou d'autres superpouvoirs, qui inspireraient spontanément, et à partir de rien, des idées profondes ou des solutions totalement inattendues à des problèmes. »

Questions et réponses extraites d'un article de la brochure *Mathématiques, l'explosion continue : F.A.Q (et idées reçues) sur les mathématiciens*

4. Offrir des pistes de réflexion sur « la bosse des maths »

Qu'est-ce que la « bosse des maths » ? Comment notre cerveau se comporte-t-il face aux nombres ? Avec humour, la comédienne revient sur sa passion pour le sudoku et évoque les travaux du chercheur Stanislas Dehaene - l'occasion pour le public de découvrir ce qu'est le HIPS, cette fameuse zone du cerveau qui s'active lorsqu'on pense à un nombre.

◆ Qu'est-ce que le HIPS ?

Le HIPS est cette zone du cerveau qui s'active systématiquement lorsqu'on prête attention à un nombre. Les initiés parlent d'*horizontal segment of the intraparietal sulcus*, c'est-à-dire de segment horizontal du sillon intrapariétal - le nom a été choisi facétieusement pour coller à son acronyme, comme le révèle Stanislas Dehaene dans son ouvrage *La bosse des maths*. Mis en évidence par ce neuroscientifique, le HIPS s'active notamment lors du calcul mental. Nul besoin de fournir de calculs complexes cependant, le HIPS s'active dès que l'on se concentre sur un nombre : « En bref, cette aire cérébrale entretient une liaison si intime avec le sens du nombre que nous ne pouvons pas penser à un nombre sans l'activer. »

◆ L'intuition des nombres

Nous venons tous au monde avec une intuition des nombres, quelles que soient nos capacités mathématiques par la suite : c'est du moins ce qu'affirme Stanislas Dehaene ou encore Véronique Izard. Ces deux chercheurs se sont en particulier penchés sur l'intuition mathématique chez les nouveau-nés. Comment savoir si ceux-ci possèdent déjà un mécanisme d'appréhension des quantités numériques ? En procédant à de petites expériences très simples permettant de mesurer si le nouveau-né est surpris ou non par des résultats mathématiques volontairement faussés. Les chercheurs cachent ainsi un premier objet, puis un second derrière un écran qui est ensuite abaissé, révélant tantôt les deux objets attendus, tantôt un seul, l'autre ayant été escamoté. Les nouveau-nés regardent systématiquement plus longtemps la situation impossible « 1 plus 1 égale 1 » que la situation « 1 plus 1 égale 2 », ce qui est révélateur chez eux d'une surprise face à un résultat inattendu. D'autres expériences menées chez les très jeunes enfants tendent ainsi à montrer que dès l'âge de six mois, le bébé est capable de reconnaître de petits nombres et de les combiner en additions et soustractions élémentaires.

◆ La cognition numérique, un domaine en plein essor

Les recherches sur le cerveau et les nombres ont commencé à voir le jour au début des années 1990. Elles s'égrènent d'abord en études disjointes sur l'imagerie cérébrale de l'arithmétique, la perception des quantités numériques chez le bébé ou encore l'apprentissage des tables de multiplication, avant de former un domaine cohérent et unifié, la cognition numérique. Cette discipline examine sous un



angle concret, matériel et biologique le débat philosophique sur la nature des objets mathématiques et s'attache à mettre en évidence les structures cérébrales responsables du sens des nombres. La cognition numérique est devenue peu à peu un domaine important des sciences cognitives. Elle s'étend désormais au-delà du concept de nombre, en direction de l'algèbre et de la géométrie. Des applications sont notamment à trouver du côté de l'éducation, afin de mieux comprendre la nature de la dyscalculie et d'aider ainsi les enfants en difficulté scolaire.

5. Exposer la diversité des mathématiques

« Mathématiques pures et appliquées, quelle différence ? » mais encore « Les maths, à quoi ça sert ? » ou bien « Est-ce que les maths peuvent être utiles ? » À ces questions souvent posées, *Elle est mathophile !* apporte des éléments de réponse. Les applications des mathématiques sont nombreuses, diverses, variées et souvent inattendues : c'est ce qu'énonce la pièce aux élèves, exemples à l'appui. La comédienne revient sur la distinction mathématiques pures / appliquées et les stéréotypes qui lui sont attachés : les mathématiques fondamentales, c'est pour les garçons ; les maths pures, ça ne sert à rien...

◆ Mathématiques pures et appliquées, quelle différence ?

« La frontière entre mathématiques pures et mathématiques appliquées est devenue perméable : les mathématiques les plus fondamentales servent à résoudre des problèmes concrets de plus en plus difficiles alors que de nouveaux problèmes théoriques sont posés par des questions appliquées. », peut-on lire dans l'avant-propos de la brochure *Mathématiques, l'explosion continue*.

De fait, la distinction entre mathématiques pures (dites encore mathématiques fondamentales) et mathématiques appliquées est à replacer dans un contexte historique. En France, ces deux termes ont été perçus de manière très duelle et très conflictuelle dans les années 1940-1970, notamment sous l'influence de Bourbaki. Ce célèbre groupe de mathématiciens avait en effet peu à peu imposé dans la communauté mathématique une véritable hiérarchisation des disciplines, privilégiant les plus pures et les plus structurales au détriment des branches appliquées et des probabilités. Le mot d'ordre était alors que pour faire des mathématiques, seuls un crayon, du papier et une bonne bibliothèque étaient nécessaires.

Cette vision de la recherche mathématique a évolué au cours des années 1980 pour laisser place à une image des mathématiques plus ouverte, en interactions multiples avec la société. Les mathématiques s'appliquent désormais partout, et la distance dans le temps entre découvertes fondamentales et applications tend à se réduire considérablement.

Des domaines mathématiques jusque-là considérés comme purement abstraits, voire ésotériques, trouvent des applications tout à fait concrètes à partir des années 1980. Ainsi la théorie des nombres, considérée par Bourbaki comme la plus « pure » des disciplines mathématiques, trouve pourtant bel et bien un domaine d'application dans la théorie des codes et le cryptage ; la théorie du signal utilise l'analyse comme outil mathématique ; le secteur de la synthèse d'images exploite des résultats de la géométrie algébrique ; les modèles financiers ont recours aux processus stochastiques. Cette liste est loin d'être exhaustive ; citons encore les rapports entre l'hypothèse de Riemann, célèbre problème ouvert de mathématiques pures, et le problème physique de la diffusion du chaos quantique. À l'inverse, des problèmes très techniques soulèvent parfois des questions mathématiques très abstraites, tandis que des propriétés fondamentales sont parfois démontrées, plusieurs années après qu'elles aient été conjecturées, grâce à l'ordinateur.

La distinction ne repose donc aujourd'hui plus guère sur les mathématiques, mais bien plutôt sur les activités opérationnelles, la recherche fondamentale et l'utilisation des mathématiques formant en quelque sorte les deux extrémités d'un continuum.

◆ L'explosion des mathématiques



Ces quarante dernières années ont été témoins d'une explosion continue du nombre de domaines dans lesquels la recherche mathématique la plus avancée se révèle indispensable. De la cryptographie au traitement d'images, de la compréhension du climat à celle de la biodiversité, de la lutte contre les spams au fonctionnement des moteurs de recherche, de la détection des maladies génétiques à la prévention des AVC, de l'univers académique à celui des entreprises, les applications des mathématiques ne se comptent plus et comptent un large spectre de plus en plus étendu. La brochure *Mathématiques, l'explosion continue* offre un aperçu des évolutions récentes et de la diversité croissante des interactions et applications des mathématiques.

◆ **Y a-t-il encore des choses à trouver en maths ?**

Réponse de Filippo Santambrogio, professeur à l'Université Paris-Sud :

Bien sûr ! Et les questions qu'on se pose sont de nature très variée. D'une part il y en a de très dures qui traînent depuis des siècles. Certaines sont d'ailleurs très simples à raconter : par exemple, la conjecture de Goldbach (prouver que tout nombre pair supérieur à 2 peut s'écrire comme la somme de deux nombres premiers : elle est vraie pour tous les nombres que les ordinateurs ont testés, mais personne ne sait prouver qu'elle l'est toujours!)

D'autre part, il y a les questions issues des applications. Quand on s'est mis, avec mon collègue Bertrand Maury, à étudier des modèles de mouvement de foules, on a vu qu'on avait besoin de prendre la limite d'une relation non linéaire entre pression et densité : ça se raconte beaucoup moins bien que Goldbach, et on ne l'aurait jamais trouvé intéressant sans en voir l'application... mais c'est comme ça que la plupart des mathématiques se font : on étudie ce dont on a besoin, sans savoir à l'avance qu'on le fera !

Question et réponse extraites d'un article de la brochure *Mathématiques, l'explosion continue* : *F.A.Q (et idées reçues) sur les mathématiciens*

III. RESSOURCES PEDAGOGIQUES

Sont indiquées ici quelques ressources (articles, sites, vidéos...) permettant de développer les différents objectifs pédagogiques.

1. Réconcilier plaisir et mathématiques

◆ **Sciences de l'éducation**

Ouvrage de Louise Lafortune et Bernard Massé avec la collaboration de Serge Lafortune : *Chères mathématiques*

Interview de Anne Siety sur Europe 1 : *Qui a peur des Maths et du Français ?*

<http://www.europe1.fr/MediaCenter/Emissions/Bruce-Toussaint/Videos/Qui-a-peur-des-Maths-et-du-Francais-1213809/>

Ouvrage de Anne Siety : *Qui a peur des mathématiques ?*

<http://www.franceculture.fr/oeuvre-qui-a-peur-des-mathematiques-de-anne-siety>

◆ **Rééducation des structures logiques, mathématiques et cognitives**

Ouvrage de Bernadette Gueritte-Hess, Isabelle Causse-Mergui et Marie-Céline Romier : *Les Maths à toutes les sauces*

Site de l'association [GEPALM](#) (Groupe d'Étude sur la Psychopathologie des Activités Logico-Mathématiques)



◆ Plaisir et mathématiques

Ouvrage de Daniel Justens en collaboration avec Philippe Geluck : *La mathématique du chat*
<http://images.math.cnrs.fr/La-mathematique-du-Chat-632.html>

Ouvrage de Jean-Paul Delahaye : *Mathématiques pour le plaisir*

Documentaire de Olivier Peyon : *Comment j'ai détesté les maths*
<http://images.math.cnrs.fr/Comment-j-ai-deteste-les-maths.html>

Application du Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Besançon :
[mathador](#)

Association [Plaisir Maths](#)

Compagnie de théâtre [L'île logique](#)

2. Déconstruire les stéréotypes sur les femmes et les mathématiques

◆ Sur la place des femmes en mathématiques

Livret du Centre Hubertine Auclert : *Égalité femmes-hommes dans les manuels de mathématiques, une équation irrésolue ?*

http://www.centre-hubertine-auclert.fr/sites/default/files/images/etude_math_2012_cha.pdf

Ouvrage de la collection « Le monde est mathématique » : *Les femmes et les mathématiques*
<http://images.math.cnrs.fr/Les-femmes-et-les-mathematiques.html>

Site de l'association [femmes & mathématiques](#)

Article de Renate Tobies : *Femmes et mathématiques dans le monde occidental, un panorama historiographique*

http://smf4.emath.fr/Publications/Gazette/2001/90/smf_gazette_90_26-35.pdf

Ouvrage de Catherine Vidal : *Les filles ont-elles un cerveau fait pour les maths ?*
<http://www.apmep.asso.fr/Les-filles-ont-elles-un-cerveau>

Action de Cap'maths : Journée « Filles et maths : une équation lumineuse »
<http://www.capmaths.fr/journee-filles-et-maths-une-equation-lumineuse>

◆ Sur la question plus vaste de l'invisibilité des femmes dans les sciences

Livret de l'association Femmes et Sciences : *Femmes et sciences, au-delà des idées reçues*
http://www.femmesetsciences.fr/wp-content/uploads/2013/04/doc_idees_recues_2011_2.pdf

Spectacle de la Comédie des Ondes : *Les Femmes de Génie sont rares ?*
<http://www.comediedesondes.com/#/les-femmes-de-genie/3815500>

Exposition du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche : *Infinités Plurielles, 140 scientifiques vous parlent de science*

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid74249/infinities-plurielles-140-scientifiques-vous-parlent-de-science.html>

◆ Portraits de mathématiciennes d'hier et d'aujourd'hui

Portrait de Hypatie d'Alexandrie

Article de Peter Haissinsky : *Avez-vous attrapé l'hypatite ?*

<http://images.math.cnrs.fr/Avez-vous-atrap-e-e-l-hypatite.html>

Portrait de Sophie Germain

[Vidéo de Espace des sciences](#) (2min11)

<https://www.youtube.com/watch?v=Njkk4k6-kpM>



Portrait de Ada Lovelace

Vidéo de *Science in Seconds* (en anglais, 2min11)

<https://www.youtube.com/watch?v=xiZozgCLHc4>

Article de Isabelle Collet : *Ada Byron, la « fiancée » des sciences (1815-1862)*

<http://www.ada-online.org/frada/spip.php?article101>

Portrait de Sofia Kovalevskaya

Ouvrage de Michèle Audin : *Souvenirs sur Sofia Kovalevskaya*

<http://culturemath.ens.fr/node/2632>

Article de Michèle Audin : *Les deux idées de Sofia Kovalevskaya*

<http://images.math.cnrs.fr/Les-deux-idees-de-Sofia.html>

Portrait de Emmy Noether

Biographie sur Bibm@th.net

<http://www.bibmath.net/bios/index.php?action=affiche&quoi=enoether>

Portrait de Sylvia Serfaty

Vidéo universcience : *Les maths selon Sylvia Serfaty, Prix Henri Poincaré 2012* (15min28)

<http://www.universcience.tv/video-les-maths-selon-sylvia-serfaty-prix-poincare-2012-5290.html>

Portrait de Nalini Anantharaman

Article du magazine *La Recherche* : *Portrait d'une mathématicienne curieuse*

<http://www.larecherche.fr/sites/larecherche.fr/files/content/system/media/itw-nalini.pdf>

Portrait de Laure Saint-Raymond

Vidéo du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (4min52)

http://www.dailymotion.com/video/xn9c7n_laure-saint-raymond-prix-irene-joliot-curie-de-la-jeune-femme-scientifique-2011_news

Portrait de Claire Voisin

Vidéo de la FSMP : *Vocation et passion des mathématiques* (25min15)

http://www.dailymotion.com/video/xl4fuq_vocation-et-passion-des-mathematiques-jm-coron-claire-voisin-partie-i_tech

Portrait de Ingrid Daubechies

<http://www.sciencesmaths-paris.fr/fr/ingrid-daubechies-presidente-de-limu-201.htm>

Exposition *Femmes en maths... pourquoi pas vous ?*

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

3. Présenter un parcours en mathématiques

Brochure de l'ONISEP : *Les métiers des mathématiques*

http://smai.emath.fr/spip/documents/metiers_maths_2006.pdf

Article extrait de *L'explosion des mathématiques : Comment devenir mathématicien ?*

http://smf.emath.fr/files/imported/Publications/ExplosionDesMathematiques/pdf/smf-smai_explo-maths_98-103.pdf

Article extrait de *Mathématiques, l'explosion continue : F.A.Q (et idées reçues) sur les mathématiciens*

<http://smf.emath.fr/files/169-175.pdf>

Site du [Forum Emploi Maths](#)

Ouvrage de Philippe Pajot : *Parcours de mathématiciens*

<http://images.math.cnrs.fr/Parcours-de-Mathematiens.html>



4. Offrir des pistes de réflexion sur « la bosse des maths »

Ouvrage de Stanislas Dehaene : *La bosse des maths*

<http://www.franceculture.fr/oeuvre-la-bosse-des-maths-quinze-ans-apres-de-stanislas-dehaene>

Interview de Stanislas Dehaene : *D'où proviennent nos intuitions mathématiques ?* (7min35)

<http://www.universcience.tv/video-d-ou-proviennent-nos-intuitions-mathematiques--5613.html>

Conférence de Véronique Izard : *L'intuition mathématique, du bébé à l'adulte*

<http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/seminar-2012-02-07-11h00.htm>

Conférence de Caroline Huron : *Dyspraxie : quand le cerveau s'emmêle*

<http://www.youtube.com/watch?v=9kiiKTbZUwA>

Mémoire de Marie Almaric : *Intuition et traitement cortical des concepts mathématiques de haut niveau*

http://www.risc.cnrs.fr/mem_theses_pdf/2012_AMALRIC_Marie.pdf

5. Exposer la diversité des mathématiques

◆ Sur le développement des mathématiques

Brochure de la Société Mathématique de France : *L'explosion des mathématiques*

<http://smf.emath.fr/Publications/ExplosionDesMathematiques/>

Brochure de la Société Mathématique de France : *Mathématiques, l'explosion continue*

<http://smf.emath.fr/MathematiquesExplosionContinue>

◆ Sur le concept de mathématiques pures et appliquées

Article de Amy Dahan Dalmedico : *Pur versus appliqué ? Un point de vue d'historien sur une « guerre d'images »*

http://smf4.emath.fr/Publications/Gazette/1999/80/smf_gazette_80_31-45.pdf

Article de Michelle Schatzman : *Réalité et fiction des mathématiques appliquées*

http://smf4.emath.fr/Publications/Gazette/1998/76/smf_gazette_76_47-62.pdf

Ouvrage de Didier Nordon : *Les mathématiques pures n'existent pas !*

<http://www.didiernordon.org/les-mathematiques-pures-n-existent-pas>

◆ Sur le concept d'utilité en mathématiques

Interview de Maria Esteban, présidente élue de l'ICIAM (15mn01)

http://www.dailymotion.com/video/x1135qk_une-mathematicienne-appliquee-maria-esteban_tech

Action de Cap'maths : *Les maths, ça sert*

<http://www.capmaths.fr/les-maths-ca-sert>

Ouvrage de Robin Jamet : *A quoi ça sert ? Les maths*

<http://www.franceculture.fr/oeuvre-a-quoi-%C3%A7a-sert-les-maths-de-robin-jamet.html>

Pour aller plus loin...

Rire avec les maths ? C'est possible ! Popularisation des mathématiques et réflexions sur les parcours professionnels et les carrières possibles dans les mathématiques : revue de presse et ressources pédagogiques disponibles sur le [Scoop it](#) de la Comédie des Ondes.

Dossier pédagogique réalisé par Alice Jacquet pour la Comédie des Ondes