

Léa Castor

Célia Esnoult

Laure Thiébault

# Les DÉCODEUSES du numérique



Sous la direction d'Ali Charara,  
d'Olivier Serre et d'Anne Siegel

CNRS EDITIONS



## Léa Castor

Illustratrice et autrice de BD, Léa Castor aborde son travail dans une perspective féministe avec l'envie d'ouvrir à la bienveillance et à la sororité.

Ayant arrêté d'étudier les sciences au lycée, ce projet avec le CNRS lui a permis de remettre un pied dans cet univers si fascinant.

La passion est contagieuse !

Retrouvez-la sur son insta @leaa.caastor

## Célia Esnoult

était chargée de communication de l'INS2I-CNRS et a rejoint l'IRD depuis mai 2021.

## Laure Thiébault

est responsable communication de l'INS2I-CNRS.





léa Castor

Célia Esnoult

laure Thiébault

# Les DÉCODEUSES du numérique



Sous la direction d'Ali Charara,  
directeur de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions  
(INS2I) du CNRS,  
d'Olivier Serre et d'Anne Siegel, directeurs adjoints scientifiques de l'INS2I

ISBN 978-2-271-13948-1  
© CNRS Editions, Paris, 2021

# Sommaire

- p. 7 Avant-propos d'Ali Charara
- p. 9 **Anne-Cécile Orgerie**, pour une informatique plus verte
- p. 13 **Magalie Ochs**, pour une IA plus humaniste
- p. 17 **Claire Mathieu** et l'amour des algorithmes
- p. 21 **Emmanuelle Kristensen**, à l'écoute des neurones
- p. 25 **Caroline Fontaine**, agent spécial de la cybersécurité
- p. 29 **Elsa Cazelles**, du sable pour trier le son
- p. 33 **Lucile Sassatelli**, super-chercheuse en réalité virtuelle
- p. 37 **Sarah Cohen-Boulakia**, détective publique des données biologiques
- p. 41 **Nina Amini** et le contrôle du monde quantique
- p. 45 **Françoise Conil**, coder pour un monde meilleur
- p. 49 **Marie-Christine Rousset** au pays du web sémantique
- p. 53 **Pauline Maurice** et les robots qui nous veulent du bien
- p. 58 Merci à...



# Avant-propos

d'Ali Charara



Dans une société en pleine mutation, l'essor des sciences du numérique nous montre combien les travaux de recherche sont essentiels pour mieux appréhender le monde de demain. Le CNRS place ces thématiques scientifiques au cœur de sa stratégie en interaction avec toutes les autres disciplines.

Bien plus que le "code" et l'"IA", les sciences du numérique couvrent des champs aussi larges que les interfaces humain-machine, la robotique, l'algorithme, le numérique frugal, l'automatique, la bioinformatique, les sciences des données, le web, l'analyse d'images ou de sons, la cybersécurité, l'information quantique, etc. Ces recherches résonnent étroitement avec les grands enjeux sociétaux de l'environnement, le changement climatique, la transition énergétique, la santé, la biologie, les territoires et villes du futur, ou la protection des données personnelles. Autant de champs à explorer, qui ont émergé ces dernières années pour nombre d'entre eux.

Au quotidien, c'est le personnel de la recherche — chercheuses et chercheurs, enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs, ingénieries et ingénieurs, techniciennes et techniciens — du CNRS et de ses partenaires (organismes, universités et écoles d'ingénieries) qui s'engage pour faire avancer le front des sciences du numérique. Aujourd'hui, le constat n'est pas satisfaisant, les femmes sont minoritaires dans ce domaine. Le CNRS a fait de la politique parité-égalité l'une de ses grandes priorités, notamment dans les recrutements et l'évolution des carrières.

Au travers de 12 portraits de décodeuses du numérique croquées par le crayon de Léa Castor, nous avons souhaité mettre en avant la diversité des recherches en sciences du numérique et contribuer à briser les stéréotypes qui dissuadent les femmes de s'engager dans cette voie. Ces femmes scientifiques ont des points communs : passion, dynamisme, humour pour dépasser les embûches, et volonté de faire bouger les lignes. Mais, au-delà de ce qui les rassemble, nous avons été marqués aussi par la diversité et la richesse des parcours et des motivations qui les ont menées à faire ce métier. Ce domaine est vraiment ouvert à tous les talents !

Nous avons fait le choix de nous adresser aux jeunes d'une façon ludique, en associant art et sciences, pour essayer de rendre accessible ce qui peut sembler inaccessible. Nous espérons donc que ces portraits inspireront les futures et futurs scientifiques et leur donneront l'envie d'oser explorer les défis et nouveaux champs des sciences du numérique.

Bonne lecture et bonne découverte !

Ali Charara, directeur de l'Institut  
des sciences de l'information et  
de leurs interactions (INS2I) du CNRS



Anne-Cécile Orgerie, pour une informatique plus verte

Bonjour! Je m'appelle Anne-Cécile  
Orgerie, j'ai 35 ans et je suis

# CHERCHEUSE EN GREEN COMPUTING



Au collège j'étais plutôt bonne en maths



Évidemment, à Jean-Pat (mon homologue masculin) on lui disait qu'il serait  $\leftarrow$  INGÉNIEUR  $\rightarrow$  (merci le sexisme ordinaire)



Au lycée, j'adorais programmer des jeux sur ma calculatrice. Je faisais de l'informatique sans même m'en rendre compte, juste parce que cela m'amusait. Il faut dire qu'à l'époque l'informatique n'y était pas enseignée.

En prépa j'ai eu mes premiers cours d'informatique et j'ai trouvé ça bien plus rigolo que les maths !

J'ai donc postulé à plusieurs établissements qui ne proposaient **QUE** de l'informatique.

C'était le cas de l'**ENS\*** de Lyon.



le soir même



et ils avaient **RAISON !**

Le contact avec la recherche, le fait de creuser une idée, de devoir être créative pour trouver une nouvelle approche, la mienne, me passionne !

Internet avait quelque chose d'encore plus mystérieux. Comme un terrain immense de découvertes



\* École normale supérieure

En fait, tous les systèmes internet sont utilisés de manière peu efficace en énergie. C'est un peu comme si



l'éclairage public était allumé en permanence.

Mon job est de trouver comment «éteindre» internet quand il n'est pas utilisé!

Et c'est comme cela que j'ai fait mes premiers pas dans le **GREEN COMPUTING**



= une informatique plus verte et plus économique en énergie



J'aime bien comparer mon travail à un iceberg



Dans mon travail de recherche, j'ai été beaucoup aidée, il y a une vraie solidarité qui se crée entre femmes chercheuses.



Contrairement à ce que l'on s'imagine, la recherche est un métier très interactif et qui se fait en équipe.

Beaucoup de personnes s'y épanouissent. Malheureusement, on manque encore de diversité. Trop de Jean-Pat, pas assez de Enola, Jeanne, Nabila, Mangot, Samia, Élodie, etc., etc.



# Magalie Ochs, pour une IA plus humaniste



## INTELLIGENCE ARTIFICIELLE socio-émotionnelle

(Son petit nom : l'IA)

Lorsque j'ai fait parler une machine pour la première fois, j'ai su qu'un monde merveilleux s'offrait à moi.

Bonjour

C'est,  
je suis amoureuse!



Nous n'étions que deux filles durant mon cursus scolaire en informatique et certains clichés sont tenaces...



J'ai fait une licence puis un master en informatique à Saclay. Je me suis ensuite spécialisé en IA au Canada. C'est là-bas que j'ai découvert le domaine de

## L'IA ÉMOTIONNELLE





Nous, humains, ressentons des émotions face à une machine, qu'elles soient positives ou négatives

Mais cette machine, cet ordinateur, lui, ne ressent rien.

Or, nous ne pouvons pas interagir avec quelqu'un qui n'a pas d'émotions.



Donc...

Je suis un pro de la simulation des émotions !

Mon travail consiste donc à simuler cette intelligence sociale et émotionnelle dans les machines selon 3 axes :

① Comment exprimer l'émotion, surtout s'il n'y a pas de visage ?



② Reconnaître les émotions



③ Gestion des émotions de l'utilisateur = réaction de la machine



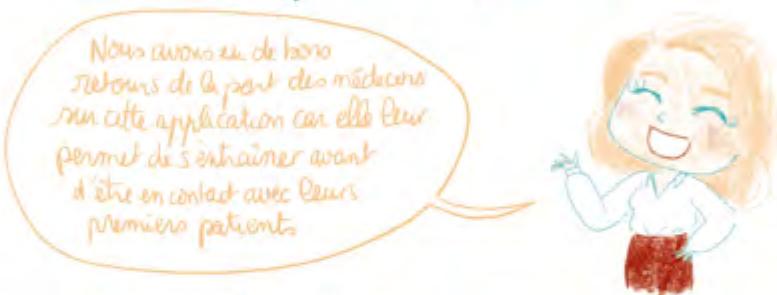
Contrairement à la science-fiction, j'ai une vision très optimiste de l'IA. Je pense que les machines peuvent rendre

**L'HUMAIN PLUS HUMAIN**

Par exemple : Former des docteurs à annoncer des événements graves.



Des études ont prouvé que la manière d'annoncer la nouvelle au patient influençait les chances de survie et l'efficacité des traitements.



L'idée n'est pas de remplacer l'humain, mais bien de pallier des problèmes sociaux. Mon travail consiste à penser le monde de demain. Je passe beaucoup de temps à lire, à essayer de comprendre l'humain et l'utilité que peut avoir la machine.



## Au comité de direction :



Je sais qu'on pense que la recherche est un métier-pension où on passe tout son temps derrière un ordinateur. Ce n'est absolument pas mon cas !



# Claire Mathieu et l'amour des algorithmes

Je m'appelle Claire Mathieu, j'ai 55 ans et je suis directrice de recherche CNRS.



Laissez-moi vous raconter comment je suis tombée amoureuse des **ALGORITHMES**

(pour celles et ceux qui ne le savent pas, comme l'illustratrice, les algorithmes sont une suite d'instructions pour résoudre une problématique.)

J'aime me rappeler cette anecdote de mes 4 ans, j'adorais les petits suisses



**PAS DE PETITS SUISSES !!!**



J'en avais la preuve, donc,  
je n'avais aucune raison  
d'être en colère contre ma mère.

C'est ainsi que j'ai découvert que les preuves pouvaient être réconfortantes.

**ELLES APPORTENT DE LA STABILITÉ.**

(Mais non ! Ça a un rapport avec les algos)

# LES ALGORITHMES M'APPORTENT UNE MÊME SATISFACTION.

Celle d'une vérité, démontrée, qui nous met d'accord.

Mais ma rencontre avec ces fameux algorithmes a pris quelques années.

Au lycée je me demandais :



J'ai donc fait une prépa Maths Sup puis Sèvres (ENS\* pour filles à l'époque)

J'étais passionnée par les maths, la logique, l'envie de résoudre un problème même en dehors des cours.



\* École normale supérieure

Dans les années 80, il était conseillé de suivre des cours d'informatique. J'y ai découvert les algorithmes et je les ai immédiatement adoptés.



Heureusement, dans la recherche, on rencontre souvent des gens pour croire en nous et en nos capacités.



J'ai passé une partie de ma carrière aux USA



Miss Mathieu, il ne faut JAMAIS VOUS CENSURER. Tout ce que vous risquez, c'est un "non". Il ne faut jamais résister en pensant qu'on n'y arrivera pas.

Présidente  
de l'Université  
de Brown



Vous avez  
raison !

Je vais la tenter  
cette demande de  
financements !

J'ai souvent eu une frustration au cours de ma carrière, que je trouvais trop théorique. Depuis quelques années je m'intéresse donc aux algorithmes appliqués  
**AUX PROBLÈMES SOCIÉTAUX**

J'ai pu appliquer mes connaissances pour l'effort de recherche sur la propagation du COVID ...

et essayer de trouver des algorithmes qui permettraient de casser cette propagation.



Et une fois le problème donné,  
croiez-moi, je suis  
inarrêtable \*

# Emmanuelle Kristensen, à l'écoute des neurones

Bonjour ! Je m'appelle Emmanuelle Kristensen, j'ai 31 ans et je suis **INGÉNIEURE de RECHERCHE** au CNRS. Je ne parle pas mais je communique à l'aide d'une synthèse vocale.



Enfant, j'avais déjà une appétence pour les maths et les défis !

## Classe de CM2



J'ai donc fait un bac scientifique et je ne m'étais pas trompée : j'adorais les sciences. J'ai enchaîné avec une classe prépa, puis une école d'ingénieurs\*. Je me suis de plus en plus tournée vers des spécialités liées à l'humain comme

**les sciences cognitives**



**les biotechnologies**

\* Grenoble INP-Phelma



J'ai fait toute ma scolarité en milieu valide. J'avais toujours quelqu'un pour m'accompagner, jusqu'à la prépa.

Dans l'enseignement supérieur, on n'a plus le droit aux auxiliaires de vie scolaire, il faut donc se débrouiller toute seule.

Initialement, je me voulais pas faire de la recherche car cela me paraissait trop théorique. Mais je me suis rendu compte qu'à la fin des études d'ingénieurs, beaucoup s'éloignaient de la technique pour faire notamment de la gestion de projet.

Moi, je voulais rester dans la technique !

J'ai donc choisi de faire une thèse en **MATHÉMATIQUES appliquées aux NEUROSCIENCES**

J'ai travaillé avec des chercheurs et des ingénieurs durant ma thèse ...



Et c'est en voyant les différences que j'ai réalisé que je préfrais être ingénierie

Et mon travail actuel est la continuité de cette thèse.

Je suis actuellement responsable  
technique d'une PLATEFORME D'EXPÉRIMENTATIONS  
EN NEUROSCIENCES COGNITIVES



Et là vous vous  
demanderiez certainement:  
qu'est-ce qu'on y fait dans  
cette salle ?

(En tout cas,  
l'autrice s'est posée  
cette question)

### Un exemple d'expérimentation:

Notre travail consiste à décoder les émotions et à étudier sur  
quoi se base notre analyse visuelle pour les comprendre.

Pour cela nous nous servons de  
casques à électrodes et de caméras  
qui filment les yeux des individus test.



La personne va voir une série d'images et instinctivement diriger  
son regard vers certaines  
régions du visage  
des personnages montrés.

Grâce aux données récupérées nous allons pouvoir étudier  
quelles sont les régions du visage les plus fixées selon l'émotion  
donnée et comment le cerveau y réagit.



Ce que j'aime dans mon travail d'ingénierie c'est sa **POLYVALENCE**

L'informatique est en perpétuelle évolution et c'est ça qui rend ce travail **SI COOL !** J'apprends de nouvelles choses tous les jours.



Cela me pousse à me dépasser en tant qu'**INGÉNIEURE**

Je pense que nous devrions toutes et tous nous positionner en fonction de nos **COMPÉTENCES** (et non par rapport à notre genre).

# Caroline Fontaine, agent spécial de la cybersécurité

Bonjour ! Je m'appelle Caroline Fontaine, je suis directrice de recherche CNRS et j'ai 48 ans. Je suis spécialisée dans

## la CYBERSÉCURITÉ



Un peu une James Bond de l'informatique finalement.

Mes missions ?

★ Protéger les données des individus, des entreprises et des administrations.

★ Lutter contre les attaques malveillantes qui peuvent viser à voler des données ou encore prendre le contrôle d'un appareil (ordinateur, centrale nucléaire, hôpital, etc.)

La protection de certains appareils peut paraître secondaire, et pourtant...

S'ils piratent notre GPS, on risque le naufrage !



Oh non Caroline ! Comment empêcher ça ?!

Concrètement, mon travail est de défoncer les méchants ↑  
d'améliorer les systèmes de sécurité. Pour protéger, ↑ l'autrice  
il faut connaître l'attaque. s'emballe

Je passe beaucoup de temps à imaginer des attaques, trouver des failles, etc., un peu comme un jeu du chat et de la souris.



J'ai travaillé sur plusieurs thématiques durant ma carrière, c'est la liberté du métier de chercheuse!

### ❶ les techniques de chiffrement pour protéger



la confidentialité de nos échanges en ligne (par exemple le paiement sur internet) mais aussi le stockage de nos données sur nos machines.

### ❷ les techniques qui protègent les droits de tout le monde de façon mathématiquement garantie.



Faire de la recherche fondamentale, c'est poser des briques pour le futur, pour le bien commun, public et gratuit.

En cryptographie, on utilise des résultats très récents, mais aussi des théorèmes de 1700!



Je suis aussi directrice du groupement de recherche (GDR) en cybersécurité.



Cela consiste à animer cette communauté et aider tout le monde à échanger.

La cybersécurité est un domaine très vaste. Notre but commun est de combiner nos savoir-faire dans nos différents domaines pour obtenir des systèmes les plus fiables possibles. Cette efficacité n'est possible qu'en collaborant entre nous.

J'ai baigné dans la science dès l'enfance. On avait plein de matériel d'expérimentation à la maison, ça faisait un peu rêver.



J'aimais beaucoup l'école mais j'avais peu confiance en mes capacités.



Est-ce que les filles aussi peuvent être chercheuses?

J'ai choisi d'étudier à l'université à Saclay. Je m'ai pas été prise en master de maths mais cela m'a permis de découvrir qu'un cursus existait en maths-info. Cet échec m'a finalement été très bénéfique!

Entre mes lectures de romans d'espionnage, ma passion pour les écritures étrangères (hiéroglyphes, japonais, etc.) et le côté « code secret » de la cryptographie... J'étais sous le charme !

J'y ai pris les options "algorithmique" et "cryptographie".



J'ai eu des supers profs, qui en plus d'être des pointures du domaine, étaient très accessibles et pédagogues.

Votre exercice d'aujourd'hui:  
Comment tirer à pile ou face au téléphone, sans tricher.



Attention!  
Il faut trouver  
**VOTRE** solution!

Nous repoussons  
nos limites et cela  
nous procurait une grande **SATISFACTION  
PERSONNELLE ET INTELLECTUELLE**

Aujourd'hui mes collègues de labo ont conscience des problèmes de parité mais cela n'a pas toujours été le cas.

Super! Une femme dans notre équipe! Tu pourras faire le ménage! Haha!

C'est sexisté ce que tu viens de dire Jean-Pat...

Roh! T'as pas d'humour!  
Arrête de faire ta féministe!



Et toi, je crois que tu t'es trompé de siège!

Je pense qu'on devrait toujours être libre de dire quand une remarque nous gêne, nous choque. Ça va au-delà du rapport homme-femme.



Ça peut concerner tous les sujets!

# Elsa Cazelles, du sable pour trier le son



Bonjour ! Je m'appelle Elsa Cazelles, j'ai 29 ans et je suis chargée de recherche au CNRS.

J'étais une élève studieuse dans l'ensemble et c'est au lycée que j'ai réalisé que je prenais plus de plaisir à travailler les maths que les autres matières.



Je ne pense pas que la prépa soit pour moi ...  
J'ai trop besoin de me sentir libre, de m'organiser comme je veux.



Alors... C'est parti pour la fac !

Après mon master à Toulouse, j'ai fait ma thèse à Bordeaux. Toute l'équipe m'a bien accueillie, l'ambiance était très bienveillante et joyeuse.

Ça va Elsa, tu t'en sens ? N'hésite pas si tu sens que tu bloques

OK, ! merci !



C'est à ce moment-là que j'ai appris à coder. J'ai adoré faire ma thèse car pour moi cela a été 3 années pour découvrir, éveiller ma curiosité, développer mon indépendance et me faire plaisir.

Après plusieurs candidatures de post-doctorats à l'étranger avec plus ou moins de succès, j'ai été acceptée à Santiago, au Chili. J'étais heureuse de pouvoir intégrer une équipe à taille humaine et de découvrir une culture différente.



jour de pause pendant une conférence ↑  
avec des collègues chiliens

Tout comme lors de ma thèse, je m'y suis fait des amis qui travaillaient sur des maths différentes des miennes. C'était super d'avoir des conversations pendant nos pauses, sans enjeu, juste pour le plaisir d'une stimulation intellectuelle.



J'ai été auditionnée par le CNRS le 9 mars 2020. J'étais venue en France avec le strict minimum pour 2 semaines ...

Bon ben...  
COVID quoi!  
Vous connaissez!



Mes affaires m'attendent  
toujours à Santiago!

J'ai été prise au CNRS et je travaille maintenant à Toulouse. Mon domaine de recherche s'appelle le **TRANSPORT OPTIMAL** pour l'analyse de données.

Il s'agit d'un problème mathématique qui nous permet de calculer le moindre coût, c'est-à-dire ce qui demande le moins d'effort pour déplacer des objets. Pour l'illustrer, on utilise la métaphore du tas de sable.



Mon travail en tant que chercheuse consiste à comprendre cette solution et à l'utiliser pour comparer différents tas de sable.



J'ai travaillé sur de la classification audio. Avec cet outil de comparaison je devais séparer des sources sonores de façon efficace. Les pistes audio sont rangées dans ce que l'on appelle un label. Par exemple :

Label aboiements de chiens :



1 chien qui aboie



3000 chiens qui aboient

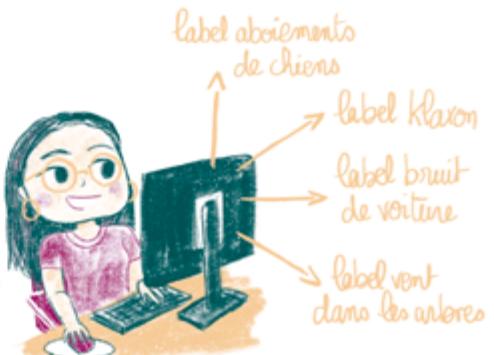


On donne toutes ces données à l'ordinateur

Il me permet de créer un modèle codé sur l'ordinateur pour reconnaître automatiquement les fréquences d'un extrait audio et lui associer le bon label.

Avec l'outil de comparaison, je peux classer 100 000 sons automatiquement, sans avoir besoin de les écouter.

Ce genre de reconnaissance audio peut être utilisé par des applications de musique, pour vous proposer des sons appartenant au label rock, rap, etc.



C'est un exemple parmi tant d'autres ! En général je travaille sur 3 ou 4 projets différents en simultané.

Actuellement on entend beaucoup parler de quotas et de discrimination positive dans la recherche.

Ai-je été retenue pour mon dossier ou parce que je suis une femme ?



Je me suis toujours sentie à ma place et bien intégrée.



Je suis super contente de faire partie de cette diversité !

## Lucile Sassatelli, super-chercheuse en réalité virtuelle

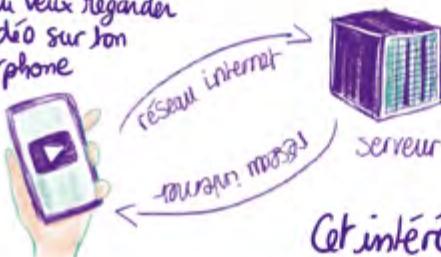
Bonjour, je m'appelle  
Lucile Sassatelli,  
j'ai 38 ans

et je suis maîtresse  
de conférences à l'Université  
Côte d'Azur



Cela fait maintenant 10 ans que je travaille sur  
comment faire marcher le **RÉSEAU INTERNET**  
en particulier pour le **MULTIMÉDIA**.

Par exemple,  
lorsque tu veux regarder  
une vidéo sur ton  
smartphone



des algorithmes permettent  
une lecture plus fluide et de  
meilleure qualité.  
Je travaille sur ces algorithmes.

Cet intérêt pour le multimédia  
m'a amenée aux médias immersifs et à

## LA RÉALITÉ VIRTUELLE

(VR pour les intimes)



Ce domaine est tellement riche  
en découvertes et en possibilités créatives !  
C'est tellement stimulant !

Mon travail est  
d'adapter les algorithmes  
en fonction des nouvelles  
réactions physiologiques et  
émotionnelles que provoque  
la VR sur moi.



Et pour cela, il faut travailler main dans la main avec d'autres disciplines

réseaux  
informatiques et  
intelligence artificielle  
(ma partie)

neuro  
sciences

interactions  
humain-  
machine

cinéma

pour créer des technologies  
qui génèrent de **L'EMPATHIE**

C'est tellement intéressant de croiser nos savoirs ...



La réalité virtuelle a cette formidable capacité de nous transporter dans le corps d'un autre. Et donc de mieux comprendre, par l'expérience, ce que c'est de subir de la discrimination.

Mes compétences en matière de réseau internet permettent de fluidifier l'expérience utilisateur et de le glisser, par exemple, dans les bottes d'une lycéenne qui vit une scène de sexisme ordinaire.

Vous savez Natasha, ce n'est pas votre crop-top qui vous donnera de meilleures notes



J'hésite entre la chair de poule et l'envie de vomir

Vous m'avez entendue ?



Me concernant, je sais que le fait d'être une femme a impacté ma carrière. J'ai eu une orientation classique où je suivais mes modèles (masculins) car c'est plus rassurant d'aller vers un monde que l'on connaît.

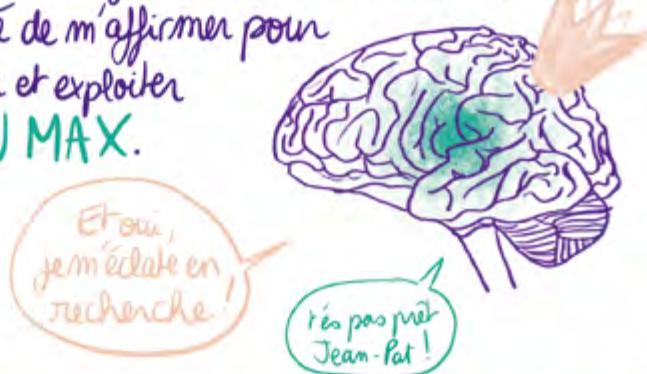
En école d'ingénieurs en électronique\*, je sentais que j'étais perçue à la marge par une partie de mes camarades en étant une femme.



Tout au long de mes études, cela n'a pas aidé ma confiance en moi. Je me remettais beaucoup en question.



Comme j'ai toujours voulu faire marcher mon cerveau à fond, j'ai décidé de m'affirmer pour ne plus me brider et exploiter mes capacités AU MAX.



\* École Nationale Supérieure de l'Électronique et de ses Applications (ENSEA)

Mon choix de partir en post-doc à l'étranger a été critiqué.



J'ai mis beaucoup de temps à conscientiser ce sexisme subtil. Notre société en est imprégnée et le milieu des sciences n'y fait pas exception.

J'ai donc voulu y réagir à ma manière.

### MON POUVOIR ?

celui de contribuer par mes recherches à des enjeux sociaux qui ME PARAISSENT IMPORTANTS



Comme celui de faire comprendre que ce sexisme a de vraies conséquences sur l'éducation des filles et des garçons.

Et je suis terriblement heureuse d'en être arrivée là



# Sarah Cohen-Boulakia, détective publique des données biologiques



Bonjour ! Je m'appelle Sarah Cohen-Boulakia, j'ai 40 ans et je suis professeure à l'Université Paris-Saclay et chercheuse.

Mais je me définis plutôt comme

## BIOINFORMATICIENNE

→ et paf, ma comète triple au Scrabble, de rien

Mon travail consiste à structurer au mieux, à l'aide d'algorithmes (et logiciels), les données des biologistes et des médecins.

Les données issues de la biologie moléculaire sont les génomes, les séquences (ADN, protéines, etc.) et peuvent être partagées sous différentes formes :

fichiers texte



avec annotations  
des biologistes

on code l'ADN  
avec les lettres ATGC



avec  
la structure  
en 3D  
des molécules



Le génome humain appartenant à tout le monde, il n'existe pas une seule base de données biologiques mais

### PLUS DE 1500 !!!

Toutes ces données sont publiées sur le web, elles sont très nombreuses et volumineuses, on parle de **BIG DATA**.



Je suis comme une enquêtrice qui, avec un problème donné, cherche des informations et trouve des solutions pour les analyser en les confrontant et en les recoupant entre elles.

Mon travail consiste à mettre en évidence la **COMPLÉMENTARITÉ** de ces données biologiques.

Un peu comme dans les films policiers finalement



Par exemple, j'ai pu travailler sur des projets européens avec des scientifiques médecins, des biologistes et des informaticiens pour relier entre elles des données biologiques et cliniques pour **LUTTER CONTRE LE CANCER**



Je venais d'une famille plutôt littéraire mais j'étais curieuse de tout. Dans les années 90, la génétique était en pleine explosion car on venait de déchiffrer le premier génome humain.

(Olalala!)

Je trouvais ça fascinant et j'ai fait mon stage de 3<sup>ème</sup> au GÉNÉTHON à Évry.



J'ai fait un bac scientifique puis une licence 1<sup>ère</sup> année en mathématiques et informatique à la fac à Saclay.

Tiens, option  
BD, c'est cool ça !

J'aime bien dormir

Je l'ai pris  
un peu au pif

# Bienvenue à votre 1er cours de BD pour base de données

7 Je serai votre  
professeur bla  
bla bla bla bla  
bla bla bla bla  
bla bla bla bla

Hééé, mais  
c'est trop intéressant  
en fait !

Au lycée, je me rentrais pas trop dans les cases, j'étais très bonne en philosophie et en mathématiques mais je détestais le parcours. À l'université, fini le scolaire ! Il faut être curieuse, créative et bosseuse. Pour moi qui adorais faire des liens et comprendre, c'était parfait !

J'ai eu des enseignantes absolument géniales et je m'imaginais bien à leur place.



Plus je me passionnais, plus mes notes augmentaient.

J'ai été 1ère de promo deux années de suite, ce qui m'a permis d'avoir une bourse pour ma thèse.

J'ai continué en post-doc à l'Université de Pennsylvanie.

J'estime avoir rencontré énormément de gens intéressants au cours de ma carrière de chercheuse. Toutes ces rencontres m'ont permis de **M'AFFIRMER!**

Une fois, j'ai eu un désaccord avec un collègue masculin et au lieu de me donner des arguments valables, il m'a attaquée sur mon statut de maman.



les dessins  
de mes enfants  
visibles en visio derrière  
mon bureau

Comme ça c'était une honte!

Cela m'a d'autant plus motivée à être une chercheuse passionnée, maman et fière de l'être!

# Nina Amini et le contrôle du monde quantique



Bonjour!

Je m'appelle Nina Amini, je suis chargée de recherche CNRS et j'ai 36 ans.

## Je travaille sur LE CONTRÔLE DES SYSTÈMES QUANTIQUES

C'est un sujet qui mêle la théorie du contrôle, la physique quantique et des outils probabilistes.

Si vous me comprenez pas ces phrases, pas de panique, l'autrice était dans la même situation

↑  
elle a survécu

J'ai toujours aimé les maths ! La créativité qui peut y être déployée s'apparente à de l'art pour moi et cela me passionne depuis l'enfance.

Nina ! Viens manger !

Trop occupée papa !



Ça a l'air trop intéressant vos études !

Tu pourras faire pareil si tu veux Nina !



J'ai fait mes études en Iran, où j'ai grandi. Dans ma famille, les sciences sont valorisées, peu importe le genre

À l'université, j'ai fait 2 années en maths et physique. Puis, le rayonnement des maths françaises m'a attirée.

Papa, maman ! Je suis reçue à Polytechnique, en maths appliquées

Bravo Nina !  
On est très fier  
de toi



J'ai commencé par des maths financières. En thèse j'ai décidé de changer de thématique pour m'intéresser aux maths appliquées aux systèmes quantiques.

Et là, révélation !

Ce domaine me permettait d'exprimer ma créativité de mathématicienne



Il fallait que j'adapte des formules mathématiques du monde classique (le nôtre), déjà existantes, au monde quantique en construction.

Le monde quantique et le monde classique ne fonctionnent pas pareil. Il faut imaginer que tout ce qui nous entoure peut être mis dans un état quantique.

Un peu comme un monde parallèle où tout serait quantique !



chat quantique



Jean-Pat quantique



smartphone quantique

Un peu plus sérieusement, si on prend l'exemple de l'ordinateur



ordinateur classique  
bit = 0 et 1 → facile



ordinateur quantique  
→ qubit = superposition des 0 et des 1  
→ un vaste bazar  
L'autrice a déjà l'impression d'être dans un monde parallèle en voyant ça.



Une fois qu'un ensemble d'éléments, un système, est dans un état quantique, il est imprévisible car le contact extérieur change son état.

Je fais ce que  
JE VEUX

Ce qui le rend très dur à contrôler  
et à mesurer.

Le consentement  
c'est maintenant!

C'est pour une  
petite mesure!



Bas les pattes!

Il faut donc être créative pour  
trouver les bons outils ou en inventer.

Mon travail consiste à :

★ maintenir ces systèmes dans cet état quantique et/ou  
dans un sous-espace (ensemble de plusieurs états)  
grâce à des formules mathématiques.



$$d\rho_t = L^* (\rho_t) dt + (L \rho_t + \rho_t L^* - \text{Tr}((L + L^*)\rho_t)\rho_t) dW_t,$$
$$dY_t = dW_t + \text{Tr}((L + L^*)\rho_t) dt,$$

★ ajuster en permanence ces formules  
pour arriver à stabiliser un état.

Mais, pour quoi faire Nina ?



Pour qu'ensuite, d'autres scientifiques puissent utiliser ce dispositif.



La combinaison des disciplines me plaît beaucoup !

Les théories que l'on développe aujourd'hui serviront bientôt dans l'ordinateur quantique mais pourraient avoir des applications dans tous les domaines : IA, médecine, etc.

J'ai par exemple travaillé avec l'équipe d'un physicien prix Nobel, et cela, dès ma thèse.



Être la seule fille pendant une partie de mes études et de mon travail n'a pas toujours été facile. Mais je pense sincèrement que :



Quoi ? J'adore les couchers de soleil... Pas vous ?

Ce n'est pas le genre qui doit dominer, c'est comprendre ce qu'on a envie de faire

# Françoise Conil, coder pour un monde meilleur

Bonjour ! Je m'appelle Françoise Conil, j'ai 53 ans et je suis ingénierE en développement logiciel, autrement appelé

## DÉVELOPPEUSE

Il y a quelques années j'en aurais pas pensé à féminiser ma profession en me présentant

Maintenant je pense que c'est nécessaire et important



J'ai eu très tôt un attrait pour les sciences, surtout la physique et les maths.

À moi la conquête spatiale !



Lorsque j'étais au collège, j'avais presque la même calculatrice que les astronautes de la mission Apollo.

J'ai essayé de la démonter et la remonter...  
Pas un grand succès !



J'ai été prise en prépa mais mon professeur de l'époque m'avait déconseillé d'y aller. Je l'ai écouté et j'ai fait mes études supérieures à l'INSA\* de Rouen en mathématiques et informatique. C'est une école d'ingénieurs avec prépa intégrée.

Du coup, on peut dire que j'ai à mortié écouté mon prof ?



Désolé,  
pas désolé

Mes études ont duré de 1985 à 1990. À cette époque les ordinateurs coûtaient très chers, c'était donc impossible d'avoir sa propre machine.

\*Institut National des Sciences Appliquées

Je préférais les mathématiques mais en sortant des études, les offres d'emploi étaient toutes en informatique.

Mon premier travail était dans une entreprise de télécommunications.

autocommutateur relié à mon poste de travail



il contenait 1 million de lignes de programme

Je travaillais sur des autocommutateurs privés qui servaient à relier les postes téléphoniques d'une société entre eux et à l'extérieur.



C'est quand même fou d'avoir autant de lignes de programme pour gérer des communications qui paraissent si simples !

Pour vous donner une idée, on code en moyenne entre 10 et 50 lignes par personne et par jour !

Venant du secteur privé, je ne pensais pas que mon profil pouvait avoir sa place dans un organisme public de recherche. En 2004, j'ai passé un concours pour entrer au CNRS en tant qu'ingénierie, malgré mon syndrome de l'imposture et ma timidité... Je l'ai eu ! J'étais tellement fière et heureuse !



Pendant longtemps je me suis occupée du site web et de la gestion des publications de mon laboratoire. Maintenant je travaille plus souvent en collaboration avec des chercheuses et chercheurs sur leurs projets de recherche scientifique.

### 1. Définir les besoins, définir ce que l'on doit faire



### 2. Se plonger dans le code et imaginer une évolution de ce qui existe déjà



### 3. Mise en place : seul ou en équipe, décider quel outils, techniques ou langages de programmation utiliser



J'ai participé, avec 30 autres personnes au projet COVID-NMA. C'était une expérience très enrichissante et gratifiante que de se sentir utile à la société en ces temps compliqués ...

C'est un projet volontaire international qui centralise les données sur les études de traitement du virus pour déterminer ce qui fonctionne ou pas.

les médecins recevaient de l'OMS\* des fichiers de données brutes sur les essais cliniques.



Notre travail était de créer des programmes qui permettent de compléter et mettre au propre automatiquement ces fichiers.

C'est comme si on demandait à la machine de nettoyer, trier et ranger les informations

Je suis une grande militante du

## LOGICIEL LIBRE

Le fait qu'une communauté de personnes se soit rassemblée autour de l'idée de partage de programmes et de connaissances est super enthousiasmant !

C'est aussi être moins dépendante des GAFAM

En tant qu'ingénierie j'évite de réécrire ce qui existe déjà.



Je préfère me concentrer sur ce qu'il reste à développer !



Je vous laisse avec cette citation de Richard Feynman, prix Nobel de physique :  
"I was an ordinary person who studied hard.  
There is no miracle people!"\*

\*« J'étais une personne ordinaire qui a beaucoup étudié. Il n'y a pas de miracle ! »

\*Organisation mondiale de la Santé

# Marie-Christine Rousset au pays du web sémantique



Bonjour ! Je m'appelle  
Marie-Christine Rousset, j'ai 62 ans,  
et je suis professeure et chercheuse à  
l'Université Grenoble Alpes

Je m'intéresse plus particulièrement à  
**LA REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES**  
compréhensibles par les humains et automatisables par la machine.

Je crée des ponts entre les humains et les machines !

Pour vous donner un exemple plus concret,  
je vais vous parler de DBpedia, la version  
sémantique de Wikipédia.



qui s'appuie sur le sens, la signification  
(l'autrice a cherché pour vous, c'est cadeau)

Si on pose la question:

quels sont les scientifiques nés en Europe qui ont  
obtenu le prix Nobel ?  
Wikipédia



Il va falloir chercher manuellement dans  
la liste des lauréats de prix Nobel lesquels  
sont scientifiques et leur lieu de naissance  
en cliquant sur chaque fiche.

laborieux donc !

Alors qu'en raisonnant sur les données disponibles dans DBpedia :



Mais pour que cette magie opère, il faut établir des règles afin que l'ordinateur comprenne la requête utilisateur.



Ces exemples sont évidents pour nous mais ne le sont pas pour les machines. Mon travail est de créer des algorithmes d'intelligence artificielle qui vont permettre d'appliquer ces règles automatiquement et savoir expliquer les résultats.



J'ai également une réelle **PASSION** pour mon travail de **PROFESSEURE**.

J'adore accompagner de jeunes scientifiques, des étudiantes et étudiants, souvent avec des collègues ...

On discute, on avance, on se déourage, puis ça repart !



Au final, il y a une grande satisfaction de groupe.

Je pense que cette passion pour l'enseignement s'explique aussi par mon parcours. Je suis fille d'agriculteurs, pensionnaire dès la 6<sup>e</sup> et boursière durant toute ma scolarité.

Même si l'informatique n'était pas au programme quand j'étais lycéenne dans les années 70, la prof de maths nous a fait découvrir les algorithmes avec des cartes perforées.

la formule mathématique que vous venez de trouver va être appliquée à cette carte, lue par la machine et les instructions vont être exécutées.

Et oui,  
ça vous en bouche  
un coin, je sais !



J'ai ensuite fait Normale Sup\* à Paris. À l'époque la discrimination positive faisait qu'il y avait autant de places pour les filles que pour les garçons. J'ai donc été entourée de beaucoup de femmes **INSPIRANTES**

J'ai eu mon agrégation pour être professeure de maths en lycée du premier coup et j'étais contente de moi.



J'ai donc continué mes études, en DEA\* d'informatique. J'y ai réellement découvert les algorithmes, le domaine de la recherche et fait ma thèse sur l'IA.

J'ai eu mes enfants jeunes et j'avais du mal à les "abandonner" pour partir en conférences mais ils ont très bien su me déculpabiliser!

Ce soutien familial était une vraie chance comparé à d'autres collègues féminines.

On se débrouille très bien sans toi!

Bon courage maman!

Ramène-moi un souvenir du Mexique!



Prof à 30 ans, prise de responsabilités à 35 ans... J'ai eu la chance de ne pas avoir à subir le plafond de verre dans ma carrière.

\*Master 2

# Pauline Maurice et les robots qui nous veulent du bien

Bonjour ! Je m'appelle Pauline Maurice, j'ai 34 ans et je suis chercheuse au CNRS en

## ROBOTIQUE et en interaction HUMAIN-ROBOT



Je travaille sur des robots qui aident les gens au travail ( principalement dans l'industrie) pour exécuter des tâches pénibles physiquement.

Les robots peuvent avoir différentes formes :



sorte de bras pour des charges lourdes par exemple



Exosquelette qui apporte du soutien dans l'effort

Mon but est que l'humain soit la tête et que les robots soient les bras. Il faut que cette interaction soit la plus fluide et la plus facile possible.



Mon travail est basé sur la compréhension du comportement humain. J'évalue des postures avant de faire des tests sur des personnes.

Il faut que je prenne en compte que nous sommes des individus différents, et donc parfois imprévisibles.



Je m'applique sur différentes disciplines : la biomécanique, la robotique, les neurosciences et l'ergonomie.

Je suis en charge du contrôle, c'est-à-dire du programme informatique, sur des robots déjà existants, pour les améliorer.

Dans son travail, Daniel doit lever les bras en permanence et flétrir la nuque

À force cela risque de lui provoquer une tendinité des épaules.

Je vois, peut-être que ce système est insuffisant. On va renforcer le soutien au niveau des épaules.

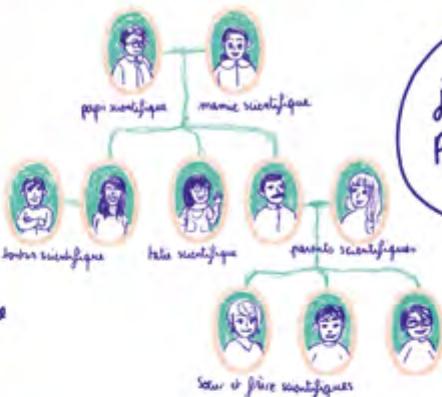
médecin →



Le robot est programmé pour anticiper à court terme les gestes de l'usager et le soulager dans l'effort.

## Je viens d'une famille de scientifiques

Scientifiques  
de parents à  
enfants depuis  
12 générations



c'est faux, l'autre  
s'emballe

En tant que femme,  
je ne me suis donc jamais  
posé de questions sur ma  
légitimité dans les  
sciences

ça c'est vrai!

J'ai fait un bac scientifique, une prépa, puis l'École polytechnique  
(c'est une école d'ingénieurs). J'ai traversé beaucoup de moments  
de doutes.

Je me suis beaucoup  
intéressée à la mécanique  
des fluides.

encore un truc  
badass!!!



J'ai pas mal  
hésité entre  
différents cursus.

J'ai fait un master en robotique et un stage au CEA\*.  
C'est là que j'ai commencé à bosser dans mon domaine actuel.



J'y ai découvert le monde de la  
recherche appliquée, avec beaucoup  
d'expérimentations et de mesures  
et ça m'a beaucoup plu.

\* Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Je suis une perfectionniste qui adore creuser un sujet.

Tu devrais faire de la recherche. Tu pourrais faire les choses à fond

enchaînant de stage



C'est vrai que ça a l'air de bien me correspondre

J'ai donc fait une thèse, c'était très enthousiasmant car on nous laisse assez libre sur la manière d'aborder notre sujet et la méthode mise en place.

Le Vendredi soir

Direction Bruxelles !



Mon conjoint est aussi dans la recherche et nous avons dû vivre une relation à distance pendant plusieurs années.

Nous avons ensuite fait un post-doctorat tous les deux à Boston, aux États-Unis. Suite à quoi, j'ai fait un post-doc à Nancy et obtenu un poste de chercheuse au CNRS dans l'équipe où j'étais déjà.

Enfant, je ne rêvais pas d'être roboticienne, tout s'est fait très progressivement



Malgré mon manque de confiance en moi, chaque étape réussie m'a amenée à la suivante et je suis fière d'avoir su dépasser mes barrières.



# Merci à ...



**Nina Amini**

Chargée de recherche CNRS au Laboratoire des Signaux et Systèmes (L2S)  
(CNRS/Université Paris-Saclay/CentraleSupélec)



**Elsa Cazelles**

Chargée de recherche CNRS à l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT)  
(CNRS/Université Toulouse III - Paul Sabatier/Toulouse INP)



**Sarah Cohen-Boulakia**

Professeure à l'Université Paris-Saclay, membre du Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique (LISN)  
(CNRS/Université Paris-Saclay)



**Françoise Conil**

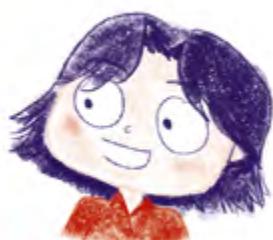
Ingénierie d'études CNRS au Laboratoire d'informatique en image et systèmes d'information (LIRIS)  
(CNRS/Université Claude Bernard Lyon 1/INSA Lyon)

**Caroline Fontaine**

Directrice de recherche CNRS au Laboratoire  
Méthodes Formelles (LMF)  
(CNRS/Université Paris-Saclay/ENS Paris-Saclay)

**Emmanuelle Kristensen**

Ingénierie de recherche CNRS au laboratoire Grenoble  
Images Parole Signal Automatique (GIPSA-lab)  
(CNRS/Université Grenoble Alpes/Grenoble INP)

**Claire Mathieu**

Directrice de recherche CNRS à l'Institut de Recherche  
en Informatique Fondamentale (IRIF)  
(CNRS/Université de Paris)

**Pauline Maurice**

Chargée de recherche CNRS au Laboratoire lorrain de  
recherche en informatique et ses applications (LORIA)  
(CNRS/Université de Lorraine/Inria)

**Magalie Ochs**

Maîtresse de conférences à Aix-Marseille Université,  
membre du Laboratoire d'Informatique et Systèmes  
(LIS)  
(CNRS/Aix-Marseille Université)

**Anne-Cécile Orgerie**

Chargée de recherche CNRS à l'Institut de Recherche  
en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA)  
(CNRS/Université de Rennes 1/ENS Rennes/INSA  
Rennes/Université Bretagne Sud/Inria/IMT Atlantique)

**Marie-Christine Rousset**

Professeure à l'Université Grenoble Alpes, membre du  
Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG)  
(CNRS/Université Grenoble Alpes/Grenoble INP)

**Lucile Sassatelli**

Maîtresse de conférences à l'Université Côte d'Azur,  
membre du Laboratoire d'Informatique, Signaux et  
Systèmes de Sophia Antipolis (I3S)  
(CNRS/Université Côte d'Azur)

# Remerciements

Le CNRS, Centre national de la recherche scientifique, relève les grands défis sociétaux de notre époque grâce à l'excellence scientifique des travaux de recherche qui y sont menés. Il s'implique aussi dans la diffusion de la culture scientifique. Aujourd'hui, le CNRS a fait de la place des femmes en science un axe fort de sa politique, pour que la science bénéficie de regards et d'expériences diversifiés et paritaires.

Cette BD a été conçue par l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I) du CNRS, qui pilote au niveau national avec ses partenaires académiques (organismes, universités, écoles d'ingénieurs) les recherches de 43 laboratoires de recherche. Cette BD est composée d'une série de portraits. Chacun a trouvé sa source dans l'interview d'une chercheuse, enseignante-chercheuse ou ingénierie, qui s'est exprimée librement sur quatre sujets : raconter ses problématiques scientifiques, décrire son parcours, raconter son déclivage pour une carrière dans la science et la recherche, et s'exprimer sur son ressenti sur la place des femmes en informatique. Chaque interview a été croquée par Léa Castor, qui a fait de nombreux allers-retours avec les chercheuses/enseignantes-chercheuses/ingénieries et la cellule parité-égalité de l'INS2I pour être au plus près des recherches et de la personnalité de chacune.

Pour faciliter l'utilisation de cette BD dans les lycées, notamment en lien avec le programme de seconde en Sciences numériques et technologie (SNT), un livret d'accompagnement a été conçu pour le personnel enseignant : il s'agit de donner des clés de lecture sur certains aspects du programme, à travers des extraits des portraits, mais aussi de développer des notions plus transversales aux sciences du numérique.

Ce travail a pu être réalisé par la cellule parité-égalité de l'INS2I avec le concours de :



Des fiches pédagogiques à destination des élèves de la 4<sup>e</sup> à la 2<sup>nde</sup> ont par ailleurs été créées en lien avec les portraits par notre partenaire :



Vous pouvez retrouver l'intégralité des ressources (BD, posters et livret d'accompagnement) gratuitement sur le site : <https://ins2i.cnrs.fr/fr/les-decodeuses-du-numerique>

Achevé d'imprimer







Olivier Sene



Anne Siegel



Laure Thiébault



Mireille Moulin



Pierre Chaimais

## la Cellule Parité

La cellule parité-égalité de l'INS2I-CNRS se mobilise pour accélérer l'évolution vers la parité dans les laboratoires de recherche et déconstruire les idées reçues sur les sciences du numérique.

Le numérique, OK, on connaît. Mais quelle science se cache derrière ? Et quels sont les domaines de recherche ?

En 12 portraits de chercheuses, enseignantes-chercheuses et ingénieresses, découvrez la richesse des thématiques dans les sciences du numérique d'aujourd'hui et de demain, et explorez les chemins qui y mènent. Passion, dynamisme, humour pour dépasser les embûches, et volonté de faire bouger les lignes : inspirez-vous de leurs parcours !



Ce n'est pas le genre  
qui doit dominer, c'est  
comprendre ce qu'on a envie  
de faire

6 euros

A standard linear barcode is located in the bottom right corner of the page. Below the barcode, the ISBN number "9 782271 139481" is printed in a large, bold, black font.