

L'ORÉAL-UNESCO POUR LES FEMMES ET LA SCIENCE

*Lauréates
Bourses France 2018*



EN PARTENARIAT AVEC



“ Je suis convaincue
que l’une des raisons
du manque de femmes
dans les sciences
est que nous élevons
les petites filles à être
parfaites, et les petits
garçons à être
courageux. ”

Céline PAGIS

En 2018, le programme L’Oréal-UNESCO *Pour les Femmes et la Science* a 20 ans. L’occasion pour nous de faire un bilan. Nous sommes bien entendu à la fois fiers et heureux de constater son impact positif incontestable : depuis 1998, plus de 3 100 femmes scientifiques ont été reconnues et mises en lumière, et 3 lauréates du Prix international ont reçu un prix Nobel. Cependant, nous avons bien conscience que les choses progressent trop lentement : 28 % des chercheurs sont des femmes, et le plafond de verre perdure bel et bien dans la recherche puisque, 89 % des hautes fonctions académiques en Europe restent occupées par des hommes. Sans compter que seulement 3 % des prix Nobel scientifiques ont été attribués à des femmes¹.

Cette disparité a un réel impact sur la qualité de la recherche et sur l’innovation. Par exemple, le manque de mixité dans la recherche médicale dédiée à la santé des femmes a notamment conduit à une prise en charge moins efficace pour les femmes lors du développement de maladies cardiovasculaires. Aujourd’hui, le même constat s’impose du côté de l’intelligence artificielle, dont certains algorithmes, reproduisent des stéréotypes de genre. Soutenir la place des femmes dans la recherche, c’est se donner toutes les chances d’une innovation scientifique bénéfique à tous.

C’est la raison pour laquelle notre engagement, chaque année, à travers des bourses de recherche et des dispositifs de formation donnés à 275 jeunes doctorantes et post-doctorantes du monde entier, nous paraît plus que jamais décisif. Vous découvrirez au fil de ces pages, les 30 brillantes chercheuses, sélectionnées cette année pour la France parmi près de 900 autres candidates, en partenariat avec l’Académie des sciences et la Commission nationale française pour l’UNESCO. Elles se voient décerner une bourse de recherche et bénéficient également d’un programme de formation complémentaire à leur parcours scientifique, afin d’avoir les moyens de briser le plafond de verre.

Issues de tous horizons scientifiques, toutes ont en commun l’excellence de leurs parcours et la volonté de partager leur passion pour la science. Une génération de chercheuses dont la réussite contribuera, nous en sommes sûrs, à changer les mentalités et à créer, grâce à plus d’égalité, une société plus juste pour demain.

Alexandra PALT
Directrice Générale de la Fondation L’Oréal

« La science est encore perçue comme une activité masculine, ce qui n'attire pas les jeunes filles, alors même que souvent, au lycée, certaines sont excellentes dans les matières scientifiques et réussissent même mieux que les garçons de leur promotion. »

Stéphanie CHALLITA

« Parler de mon parcours aux jeunes, leur transmettre mon expérience et mon savoir, c'est me donner l'opportunité d'accomplir à la fois mon devoir de citoyenne et de scientifique : mon devoir de citoyenne, en contribuant à faire avancer les mentalités sur la place des femmes dans la société, et mon devoir de scientifique, en partageant et vulgarisant mon savoir. »

Sophie D'AMBROSIO

« Ce n'est pas facile d'assumer sa féminité sans avoir le sentiment de perdre de la crédibilité scientifique. Dès mon premier oral blanc de physique dans le supérieur, à tout juste 18 ans, on m'a dit que j'avais 2 points de plus que mes collègues masculins car « le physique remplace la physique ». »

Delphine GEYER

« Je suis la seule femme scientifique en France spécialisée dans mon domaine de recherche, la calculabilité. Les « role models » sont essentiels pour que les jeunes filles puissent se projeter vers des carrières scientifiques et surmonter les périodes de doute. »

Sabrina OUZZANI

« Je suis convaincue que l'une des raisons du manque de femmes dans les sciences est que nous élevons les petites filles à être parfaites, et les petits garçons à être courageux. »

Céline PAGIS

« Quand j'étais encore à l'Université, au département de Physique, certains professeurs exprimaient ouvertement leur opinion que les filles ne sont pas suffisamment intelligentes pour faire de la physique. Ils ont obtenu l'effet inverse car cela n'a fait que renforcer ma détermination. »

Olga CHASHCHINA

En 2018, le programme L'Oréal-UNESCO *Pour les Femmes et la Science* a 20 ans. L'occasion pour nous de faire un bilan. Nous sommes bien entendu à la fois fiers et heureux de constater son impact positif incontestable : depuis 1998, plus de 3 100 femmes scientifiques ont été reconnues et mises en lumière, et 3 lauréates du Prix international ont reçu un prix Nobel. Cependant, nous avons bien conscience que les choses progressent trop lentement : 28 % des chercheurs sont des femmes, et le plafond de verre perdure bel et bien dans la recherche puisque, 89 % des hautes fonctions académiques en Europe restent occupées par des hommes. Sans compter que seulement 3 % des prix Nobel scientifiques ont été attribués à des femmes¹.

Cette disparité a un réel impact sur la qualité de la recherche et sur l'innovation. Par exemple, le manque de mixité dans la recherche médicale dédiée à la santé des femmes a notamment conduit à une prise en charge moins efficace pour les femmes lors du développement de maladies cardiovasculaires. Aujourd'hui, le même constat s'impose du côté de l'intelligence artificielle, dont certains algorithmes, reproduisent des stéréotypes de genre. Soutenir la place des femmes dans la recherche, c'est se donner toutes les chances d'une innovation scientifique bénéfique à tous.

C'est la raison pour laquelle notre engagement, chaque année, à travers des bourses de recherche et des dispositifs de formation donnés à 275 jeunes doctorantes et post-doctorantes du monde entier, nous paraît plus que jamais décisif. Vous découvrirez au fil de ces pages, les 30 brillantes chercheuses, sélectionnées cette année pour la France parmi près de 900 autres candidates, en partenariat avec l'Académie des sciences et la Commission nationale française pour l'UNESCO. Elles se voient décerner une bourse de recherche et bénéficient également d'un programme de formation complémentaire à leur parcours scientifique, afin d'avoir les moyens de briser le plafond de verre.

Issues de tous horizons scientifiques, toutes ont en commun l'excellence de leurs parcours et la volonté de partager leur passion pour la science. Une génération de chercheuses dont la réussite contribuera, nous en sommes sûrs, à changer les mentalités et à créer, grâce à plus d'égalité, une société plus juste pour demain.

Alexandra PALT
Directrice Générale de la Fondation L'Oréal

SOMMAIRE

DÉCRYPTER LES MÉCANISMES CELLULAIRES ET MOLÉCULAIRES FONDAMENTAUX DU CORPS HUMAIN

- **Laura CANTINI** - Intégrer des données biologiques pour une meilleure prise en charge du cancer 8
 - **Flavie COQUEL** - Le stress réplicatif et ses implications dans les thérapies contre le cancer 10
 - **Audrey DESGRANGE** - Décrypter les mécanismes d'asymétrie lors de la formation du cœur 12
 - **Alicia MAYEUF-LOUCHART** - La chronobiologie des cellules souches au service de la fonction musculaire 14
 - **Morgane MORABITO** - Mieux traiter le cancer du cerveau chez l'enfant, grâce à une nouvelle voie thérapeutique 16
 - **Hélène MOREAU** - Le rôle de l'environnement tissulaire dans la migration des cellules 18
 - **Floriane PELON** - Le rôle des cellules non cancéreuses dans le développement des tumeurs 20
 - **Rozenn RIOU** - Décrypter les mécanismes moléculaires et génétiques conduisant au cancer du foie 22
-

MODÈLES ORIGINAUX ET OUTILS INNOVANTS POUR REPOUSSER LES LIMITES DE LA MÉDECINE

- **Lucile ALEXANDRE** - Diminuer la mortalité maternelle et infantile 26
 - **Olga CHASHCHINA** - L'artère *in vitro* : une plateforme instrumentale pour réduire les complications vasculaires 28
 - **Armelle KEISER** - Les propriétés étonnantes des surfaces biomimétiques glissantes 30
 - **Sarah MERKLING** - Lutter contre les grandes épidémies grâce à la compréhension du mode d'infection par les moustiques 32
 - **Fanny ORLHAC** - Combiner l'imagerie médicale et l'intelligence artificielle pour une médecine de précision 34
 - **Ana SANTOS** - Plongée au cœur des mécanismes du vieillissement 36
 - **Daphné SILVESTRE** - Percer les secrets de la vue pour comprendre les troubles liés à l'autisme 38
-

DE L'INFINIMENT PETIT...

- **Audrey FRANCISCO** - Remonter le temps aux premiers instants du Big Bang 42
 - **Céline PAGIS** - Des nanomatériaux contre le gaspillage alimentaire 44
 - **Caroline ROSSI-GENDRON** - L'ADN au service de nanotechnologies plus performantes et écologiques 46
 - **Camille SCALLIET** - Éclaircir les propriétés de la matière amorphe 48
 - **Farsane TABATABA-VAKILI** - Optimiser l'éclairage par diodes électroluminescentes grâce aux micro et nanotechnologies 50
 - **Ségoène VANDEVELDE** - Les concrétions de suie, témoins microscopiques des occupations humaines dans les abris paléolithiques 52
-

...À L'INFINIMENT GRAND

- **Sarah ANTIER-FARFAR** - À la recherche des ondes gravitationnelles 56
 - **Fanny BRUN** - Les glaciers d'Asie et le cycle hydrologique 58
 - **Delphine GEYER** - Étudier la propagation sonore pour comprendre les mouvements de masse 60
 - **Pauline ZARROUK** - Retracer l'évolution de l'univers en cartographiant ses grandes structures 62
-

AMÉLIORER NOTRE QUOTIDIEN, GRÂCE AUX MATHÉMATIQUES ET À L'INFORMATIQUE

- **Stéphanie CHALLITA** - Clarifier le langage des nuages informatiques 66
 - **Sophie D'AMBROSIO** - Au-delà des supercalculateurs, les supra-supercalculateurs, plus puissants et plus écologiques 68
 - **Marylou GABRIÉ** - La physique statistique à la découverte de mécanismes fondamentaux de l'intelligence artificielle 70
 - **Jessica GUERAND** - Des équations mathématiques du mouvement à la régulation du trafic routier 72
 - **Sabrina OUZZANI** - La calculabilité à temps infini, l'hyper-informatique de demain 74
-

1

DÉCRYPTER LES
MÉCANISMES
CELLULAIRES
ET MOLÉCULAIRES
FONDAMENTAUX
DU CORPS HUMAIN



Laura
CANTINI

Post-doctorante

LABORATOIRE DE BIO-
INFORMATIQUE ET BIOLOGIE
DES SYSTÈMES DU CANCER,
INSTITUT CURIE, UNIVERSITÉ
PSL (PARIS SCIENCES
& LETTRES), INSERM (U900),
MINES PARISTECH

INTÉGRER DES DONNÉES BIOLOGIQUES POUR UNE MEILLEURE PRISE EN CHARGE DU CANCER

L'immunothérapie a révolutionné la prise en charge thérapeutique des cancers. En effet, à l'inverse des traitements classiques qui détruisent les cellules de façon peu spécifique, elle permet de s'appuyer sur le système immunitaire du patient pour cibler spécifiquement les cellules tumorales, et constitue donc l'une des voies thérapeutiques les plus prometteuses de la médecine de précision. Elle repose sur une approche de biologie computationnelle qui implique l'analyse fine des caractéristiques moléculaires et génétiques du patient. C'est précisément le sujet de recherche de Laura Cantini lors de son post-doctorat au laboratoire de Bio-informatique et Biologie des systèmes du cancer de l'Institut Curie à Paris. Dans les prochains mois, elle va « *travailler sur l'identification des mécanismes responsables de la réponse à*

l'immunothérapie dans le mélanome avancé, dans le but de concevoir de nouvelles thérapies ». Pour cela, la chercheuse va développer des approches de biologie computationnelle¹ pionnières sous la supervision du Professeur Kellis, du Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'un des leaders renommés dans ce domaine.

« Je travaille sur l'identification des mécanismes responsables de la réponse à l'immunothérapie dans le mélanome avancé, dans le but de concevoir de nouvelles thérapies. »

¹ - La biologie computationnelle concerne la création de nouvelles méthodologies interdisciplinaires, faisant appel à l'informatique, aux mathématiques, aux algorithmes et à la biologie moléculaire pour l'analyse de données biologiques.



Flavie COQUEL

Doctorante

INSTITUT DE GÉNÉTIQUE
HUMAINE (UMR 9002),
CNRS ET UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER

LE STRESS RÉPLICATIF ET SES IMPLICATIONS DANS LES THÉRAPIES CONTRE LE CANCER

La réplication de l'ADN permet aux cellules de dupliquer leur matériel génétique avant de se diviser. Ce processus peut être perturbé, générant un stress qui peut altérer le génome des cellules. Ce stress est observé à un niveau élevé dans les cellules cancéreuses. Les cellules dont le génome est endommagé peuvent être détectées et éliminées par le système immunitaire, mais les mécanismes impliqués sont encore mal connus. Dans le cadre de sa thèse à l'Institut de Génétique humaine (CNRS et Université de Montpellier), Flavie Coquel a établi un lien direct entre le stress réplicatif et l'immunité innée via la production d'interférons¹. « *J'ai identifié un nouveau mécanisme permettant aux cellules malades de signaler leur présence au système immunitaire afin de faciliter leur élimination* ». Son objectif est d'exploiter

ces nouvelles connaissances afin de développer de nouvelles thérapies ciblées contre le cancer, diminuant les effets secondaires des traitements existants et les risques de rechute. Les implications de ses travaux pourraient aussi apporter des solutions thérapeutiques pour traiter les patients souffrant du syndrome d'Aicardi-Goutières², chez qui ces mécanismes sont suractivés, nuisant ainsi au développement cérébral.

« J'ai identifié un nouveau mécanisme permettant aux cellules malades de signaler leur présence au système immunitaire afin de faciliter leur élimination. »

1 - Substance fabriquée par l'organisme, ayant des propriétés antivirales et anticancéreuses, qui peut activer le système immunitaire.

2 - Encéphalopathie sévère d'origine génétique apparaissant généralement dans les premiers jours de vie et pouvant entraîner du retard développemental.





Audrey
DESGRANGE

Post-doctorante

LABORATOIRE MORPHOGENÈSE
DU CŒUR, INSTITUT IMAGINE
ET INSTITUT PASTEUR,
INSERM (UMR1163), UNIVERSITÉ
PARIS DESCARTES

DÉCRYPTER LES MÉCANISMES D'ASYMÉTRIE LORS DE LA FORMATION DU CŒUR

La fonction du cœur est de pomper le sang pour approvisionner le corps en oxygène et le libérer du dioxyde de carbone. Il est divisé en une moitié droite et une moitié gauche, qui ont chacune une forme différente, assurant ainsi une double circulation du sang, soit vers le corps, soit vers les poumons. La structure asymétrique de cet organe se met en place dans l'embryon et est capitale pour séparer les moitiés droite et gauche du cœur. En France, 1 % des nouveau-nés sont touchés par une malformation du cœur chaque année¹ et dans 90 % des cas, la cause génétique demeure inconnue². Pour percer ce secret, Audrey Desgrange, post-doctorante au laboratoire Morphogenèse du cœur de l'Institut Imagine et de l'Institut Pasteur, étudie les mécanismes qui différencient les cellules cardiaques droite et gauche. « *Mon projet de recherche vise à décrypter les bases moléculaires et cellulaires à l'origine de la forme*

asymétrique du cœur embryonnaire ». Des technologies de pointe en génétique et en imagerie lui permettent d'étudier ce phénomène et de le suivre en trois dimensions. De cette recherche fondamentale pourrait à terme découler une meilleure compréhension de certaines malformations cardiaques de l'enfant.

“ Mon projet vise à décrypter les bases moléculaires et cellulaires à l'origine de la forme asymétrique du cœur embryonnaire. ”

1 - Société française de cardiologie, 2013.

2 - Fédération française de cardiologie, 2013.



Alicia MAYEUF- LOUCHART

Post-doctorante

INSERM (U1011), UNIVERSITÉ DE LILLE-
INSTITUT EUROPÉEN DE GÉNOMIQUE
DU DIABÈTE (EGID), CHU LILLE
ET INSTITUT PASTEUR DE LILLE

LA CHRONOBIOLOGIE DES CELLULES SOUCHES AU SERVICE DE LA FONCTION MUSCULAIRE

Les muscles squelettiques, qui représentent près de 40 % du poids du corps humain, sont nécessaires à la mobilité, au maintien postural ainsi qu'à la respiration. Certains traitements, différentes pathologies (diabète de type 2, cancers, myopathies), ou encore l'âge, peuvent affecter la fonction musculaire, altérant ainsi les capacités physiques et la qualité de vie. L'une des solutions à cette problématique repose sur la transplantation de cellules souches musculaires, dont les premiers essais sont prometteurs mais restent à approfondir. L'objectif d'Alicia Mayeuf-Louchart est de s'intégrer dans cette démarche en tâchant de mieux comprendre comment les rythmes biologiques peuvent moduler le fonctionnement des cellules souches. « *Ces travaux permettront de contribuer à l'amélioration des thérapies cellulaires dans le cadre de la médecine régénérative.* » Pour cela, au sein du laboratoire des Récepteurs nucléaires, maladies cardiovasculaires et diabète de l'Université

de Lille, la scientifique étudie les « protéines de l'horloge », directement impliquées dans la régulation du rythme biologique des cellules souches. Cela, afin de déterminer si le moment du cycle auquel sont effectuées les altérations musculaires joue sur la capacité du muscle à se régénérer. À la clé ? Une meilleure maîtrise des thérapies et une stratégie d'optimisation de la fonction musculaire, qui pourraient être transposées à d'autres tissus.

“ Ces travaux
permettront
de contribuer à
l'amélioration des
thérapies cellulaires
dans le cadre
de la médecine
régénérative. ”





Morgane MORABITO

Doctorante

LABORATOIRE DE SIGNALISATION NORMALE ET PATHOLOGIQUE : DE L'EMBRYON AUX THÉRAPIES INNOVANTES DES CANCERS, INSTITUT CURIE, INSERM (U1021), CNRS (UMR3347), UNIVERSITÉ PARIS SUD-11, UNIVERSITÉ PSL (PARIS SCIENCES & LETTRES)

MIEUX TRAITER LE CANCER DU CERVEAU CHEZ L'ENFANT, GRÂCE À UNE NOUVELLE VOIE THÉRAPEUTIQUE

Le médulloblastome (MB) est l'un des cancers du cerveau les plus fréquents chez l'enfant. Les thérapies actuelles reposent sur de la chirurgie associée à une chimiothérapie et radiothérapie. Elles permettent d'augmenter la survie des patients au prix d'effets secondaires très lourds. 30 % d'entre eux restent cependant incurables, notamment en cas de médulloblastome de type 3, qui est de très mauvais pronostic, parce qu'il a tendance à se propager à l'ensemble du système nerveux. Il a été suggéré que ce type de médulloblastome implique l'activation d'une cascade d'événements moléculaires, nommée voie de signalisation¹ TGFβ/Activine. Cette voie de signalisation contrôle des fonctions cellulaires, telle que la prolifération. L'importance de cette voie et de potentielles molécules thérapeutiques la bloquant n'ont pas été étudiées, alors que plusieurs autres traitements similaires sont déjà en essais cliniques dans d'autres types de cancers. Au cours de sa thèse au laboratoire de Signalisation et progression tumorale de

l'Institut Curie, Morgane Morabito s'est intéressée à cette voie. « *En combinant des approches in vitro, j'ai cherché à établir le rôle de la voie TGFβ/Activine dans le médulloblastome de groupe 3.* » Un sous-type de médulloblastome est sous la dépendance de cette voie, plus précisément de la protéine Activine B, facteur de croissance et son ciblage serait ainsi bénéfique pour les patients. Des recherches qui donnent l'espoir d'aboutir un jour au développement de nouveaux traitements efficaces pour une partie des jeunes patients atteints de médulloblastome.

“ En combinant des approches *in vitro*, j'ai cherché à établir le rôle de certains événements moléculaires dans le médulloblastome. ”

¹ - Cascade d'événements moléculaires transformant un signal perçu à la surface de la cellule en modification de l'expression de certains gènes, et donc de certaines fonctions cellulaires.



Hélène MOREAU

Post-doctorante

LABORATOIRE DE RÉGULATION
SPATIO-TEMPORELLE DE LA
PRÉSENTATION ANTIGÉNIQUE,
INSERM (U932), INSTITUT CURIE,
UNIVERSITÉ PSL (PARIS SCIENCES
& LETTRES)

LE RÔLE DE L'ENVIRONNEMENT TISSULAIRE DANS LA MIGRATION DES CELLULES

La migration cellulaire contrôle de nombreux processus : développement embryonnaire, immunité mais aussi apparition des métastases cancéreuses. Les déplacements des cellules sont contrôlés par une combinaison d'indices chimiques et physiques. Si les signaux chimiques ont été largement étudiés, les propriétés physiques du microenvironnement tissulaire ont été négligées, alors qu'elles peuvent fortement être modifiées en cas de pathologie. Hélène Moreau, post-doctorante au laboratoire de Régulation spatio-temporelle de la présentation antigénique de l'Institut Curie à Paris, a décidé de s'y intéresser. « *Je propose d'étudier comment l'inflammation modifie les propriétés physiques des tissus, et par conséquent, module la migration et la fonction des cellules immunitaires.* » Elle combine ainsi des approches de

microfluidique¹, de protéomique² et d'imagerie pour observer les cellules directement dans les tissus, *in vivo*, ce qui lui a permis de démontrer que la résistance hydraulique³ est un paramètre physique-clef qui influence la fonction des cellules dendritiques⁴. Hélène s'intéresse désormais à d'autres propriétés physiques, telles que la rigidité et la porosité des tissus. L'objectif est de mieux comprendre la modification physique liée à l'inflammation, notamment en cas de cancer, et son impact sur les réponses immunitaires, dans le but d'aboutir à des applications thérapeutiques.

« J'étudie comment l'inflammation modifie les propriétés physiques des tissus, et module la migration et la fonction des cellules immunitaires. »

1 - La microfluidique est la science et la technologie des fluides à l'échelle micrométrique. Elle est utilisée pour étudier la migration cellulaire dans des canaux de dimensions micrométriques qui miment l'environnement tissulaire.

2 - La protéomique est la science qui étudie l'ensemble des protéines. Elle permet d'identifier toutes les protéines présentes dans une cellule ou un tissu.

3 - La résistance hydraulique caractérise un conduit et permet de définir les forces associées à la circulation du fluide dans ce conduit.

4 - Les cellules dendritiques sont des cellules immunitaires, participant à la défense de l'organisme. Munies d'extension ou dendrites, elles identifient les agents pathogènes et initient la réponse immunitaire.





Floriane
PELON

Doctorante

LABORATOIRE STRESS
ET CANCER, INSTITUT CURIE,
INSERM (U830), UNIVERSITÉ
PSL (PARIS SCIENCES
& LETTRES)

L'IMPACT DES CELLULES NON CANCÉREUSES DANS LE DÉVELOPPEMENT DES TUMEURS

Les cancers sont principalement traités en fonction des caractéristiques morphologiques, moléculaires et de la localisation des cellules tumorales, cibles privilégiées des thérapies à l'heure actuelle. Pourtant, une tumeur est un écosystème complexe, également composé de nombreuses cellules non cancéreuses. Les plus abondantes, les fibroblastes, sont détournés de leur fonction physiologique par les cellules tumorales pour participer au développement de la tumeur. Jusqu'à récemment, les fibroblastes n'étaient pas considérés comme de potentielles cibles thérapeutiques. Pourtant, Floriane Pelon a décidé de s'y intéresser de plus près en rejoignant l'équipe du Dr Mechta-Grigoriou à l'Institut Curie (Paris). « *Mon projet vise à caractériser l'hétérogénéité de ces fibroblastes associés au cancer et à identifier comment ils contribuent au développement tumoral* ». Au cours de sa thèse au sein du laboratoire Stress et Cancer, la scientifique a ainsi pu établir l'existence de plusieurs sous-populations de fibroblastes, prouver le rôle immuno-

suppresseur (qui freine l'activité du système immunitaire) d'un d'entre eux, et les fonctions pro-métastatiques (favorisant la propagation des cellules malignes dans le corps) distinctes de deux sous-populations. Des découvertes qui pourraient permettre de mieux lutter contre le cancer en contrôlant le développement de la maladie, en levant l'inhibition du système immunitaire et en limitant la dissémination métastatique. Les recherches de Floriane Pelon offrent ainsi de nouvelles pistes pour le développement de molécules innovantes potentialisant les thérapies actuelles. Les patientes atteintes de cancers du sein, mais aussi de l'ovaire, pourraient directement en bénéficier.

“ Mon projet vise à caractériser l'hétérogénéité de ces fibroblastes associés au cancer et à identifier comment ils contribuent au développement tumoral. ”



Rozenn RIOU

Doctorante

INSTITUT COCHIN,
INSERM (U1016), CNRS
(UMR 8104), UNIVERSITÉ
PARIS DESCARTES,
SORBONNE PARIS CITÉ

DÉCRYPTER LES MÉCANISMES MOLÉCULAIRES ET GÉNÉTIQUES CONDUISANT AU CANCER DU FOIE

Le cancer du foie est une importante cause de mortalité par cancer dans le monde¹. Parmi ses facteurs déclenchants, on dénombre plusieurs mutations génétiques, dont certaines touchent le gène ARID1A, impliqué dans la compaction, c'est-à-dire dans le « rangement » de notre matériel génétique (ADN), et qui influe de ce fait sur l'expression des gènes. Au cours de son doctorat réalisé à l'Institut Cochin, Rozenn Riou s'est intéressée à ce gène dans des études précliniques. Ses travaux ont montré que l'inactivation du gène ARID1A, en association ou non avec d'autres mutations, conduit au développement de cancers hépatiques. Plus surprenant, elle a également mis en avant « *la perte de fonction de ce gène, associée à une activation anormale d'une voie de signalisation particulière (la voie Wnt/ β -caténine), soit l'activation d'une cascade d'évènements moléculaires, pouvant provoquer la réexpression d'un gène hépatique physiologiquement éteint à l'état adulte, celui de l'érythropoïétine (EPO)* ».

Cette réactivation entraîne une augmentation drastique du nombre de globules rouges, aussi bien au niveau du foie qu'au niveau de la circulation sanguine. Cette première mise en lumière de l'effet du gène ARID1A sur le processus de production des globules rouges et sur les phénomènes liés à l'apparition de cancers hépatiques pourrait permettre, à terme, de décrypter leurs mécanismes moléculaires et cellulaires afin de proposer aux patients des thérapies individualisées.

“ La perte de fonction de ce gène, associée à une activation anormale d'une cascade d'évènements moléculaires, peut provoquer la réexpression d'un gène hépatique éteint à l'état adulte. ”



2

MODÈLES
ORIGINAUX
ET OUTILS
INNOVANTS
POUR REPOUSSER
LES LIMITES
DE LA MÉDECINE



Lucile
ALEXANDRE

Doctorante

INSTITUT CURIE,
UNIVERSITÉ PSL (PARIS
SCIENCES & LETTRES),
LAAS-CNRS

DIMINUER LA MORTALITÉ MATERNELLE ET INFANTILE

Concernant 2 à 7 % des femmes enceintes dans le monde, la pré-éclampsie est une pathologie qui entraîne de nombreuses complications pour la mère (hypertension, insuffisances rénales et hépatiques), pouvant, en cas d'évolution sévère, conduire à son décès et/ou à celui de son enfant. La sévérité des symptômes est corrélée au ratio de deux protéines dans le sang de la mère : la sFlt-1 (une enzyme) et le PlGF (facteur de croissance placentaire). L'objectif de Lucile Alexandre, lors de la thèse qu'elle effectue à l'Institut Curie, est de diminuer ce ratio vers des valeurs non pathologiques afin d'éviter l'apparition des symptômes de la pré-éclampsie, par une méthode innovante de circulation extra-corporelle¹. Le principe est de corriger directement les concentrations en protéines dans le sang de la mère, afin de diminuer ses symptômes et de prolonger la grossesse. « *Pour rendre plus maniable cette*

opération, nous avons développé un système d'extraction grâce à une suspension de minuscules billes magnétiques », précise la doctorante. Une méthode déjà validée *in vitro*. Ces travaux vont contribuer à résoudre les problématiques médicales liées à la grossesse grâce à un traitement plus précis, plus rapide et plus économique.

« Afin de diminuer les symptômes, nous avons développé un système d'extraction grâce à une suspension de minuscules billes magnétiques. »

¹ - Dérivation de la circulation sanguine en dehors du corps.



Olga CHASHCHINA

Doctorante

LABORATOIRE
D'HYDRODYNAMIQUE ÉCOLE
POLYTECHNIQUE ET CNRS,
UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

L'ARTÈRE *IN VITRO* : UNE PLATEFORME INSTRUMENTALE POUR RÉDUIRE LES COMPLICATIONS VASCULAIRES

Les « stents » sont des endoprothèses artérielles, implantés dans certains cas d'occlusions artérielles, dont l'évolution dans l'organisme est mal connue alors qu'elle peut présenter des risques de complications graves, comme la formation de caillots de sang ou les ré-occlusions post-chirurgicales. Les études actuelles menées sur ces stents le sont via des cultures cellulaires, qui n'intègrent pas les effets mécaniques, ou dans des tubes, qui eux n'intègrent pas les réponses biologiques. Au cours de sa thèse au sein du laboratoire d'Hydrodynamique de l'École polytechnique de l'Université Paris-Saclay, Olga Chashchina a mis au point un modèle d'étude physiologiquement plus pertinent. « *Nous avons développé une artère artificielle combinant à la fois les aspects biologiques et mécaniques, qui présente ainsi des conditions plus proches de celles de l'organisme et contrôlables pour mener des mesures quantitatives en temps réel.* » Ce système innovant a permis d'étudier

l'effet de la rigidité de la paroi artérielle sur la guérison des artères après la pose d'un stent, ou encore la migration des cellules musculaires lisses lors de l'inflammation artérielle. Ce travail de recherche consiste en outre à intégrer des capteurs électroniques dans l'artère et à analyser leurs signaux pour prédire l'organisation des cellules, ce qui laisse espérer une réduction des complications et une optimisation des études vasculaires.

“ Nous avons développé une artère artificielle combinant à la fois les aspects biologiques et mécaniques, qui présente ainsi des conditions plus proches de celles de l'organisme. ”





Armelle
KEISER

Doctorante

LABORATOIRE DE PHYSIQUE
ET MÉCANIQUE DES MILIEUX
HÉTÉROGÈNES, SORBONNE
UNIVERSITÉ ESPCI PARIS, PSL
(PARIS SCIENCES & LETTRES),
UNIVERSITÉ PARIS DIDEROT,
CNRS

LES PROPRIÉTÉS ÉTONNANTES DES SURFACES BIOMIMÉTIQUES GLISSANTES

Le piège passif déployé par une plante carnivore tropicale, la *Nepenthes*, a récemment inspiré les chercheurs pour développer un nouveau type de matériau artificiel extrêmement glissant. Le principe repose sur la présence d'un film liquide stable sur la surface du matériau. Tout objet posé sur cette surface glisse alors, comme une voiture glisse sur une route lors de fortes précipitations. Cette capacité à repousser toutes sortes d'objets rend ces matériaux particulièrement intéressants pour diverses applications, notamment dans le conditionnement et le transport de liquides. Néanmoins, la compréhension fondamentale de la dynamique de ces substrats reste incomplète et délicate en raison de la complexité de leur état de surface. Au sein du laboratoire de Physique et mécanique des milieux hétérogènes (PMMH) de la Sorbonne Université à Paris, l'objectif d'Armelle Keiser est de définir les lois physiques qui régissent les écoulements de liquides sur

ces matériaux innovants, pour en optimiser la fabrication et les utilisations. « *La finalité de ma thèse est de caractériser les propriétés dynamiques de ces nouveaux revêtements au travers d'expériences représentatives et normatives* ». Ces surfaces, qui empêchent également la fixation des microbes aux instruments et appareils chirurgicaux, pourraient faire partie des outils permettant d'éviter les maladies nosocomiales dans les hôpitaux.

“ La finalité
de ma thèse
est de caractériser
les propriétés
dynamiques
de ces nouveaux
revêtements. ”



Sarah
MERKLING

Post-doctorante

LABORATOIRE INTERACTIONS
VIRUS-INSECTES,
INSTITUT PASTEUR

LUTTER CONTRE LES GRANDES ÉPIDÉMIES GRÂCE À LA COMPRÉHENSION DU MODE D'INFECTION PAR LES MOUSTIQUES

Le moustique est l'animal le plus dangereux pour les humains. Ce dernier tue environ 725 000 personnes par an dans le monde¹ via la transmission de parasites et de virus comme la dengue, le chikungunya, ou la fièvre jaune. En se nourrissant du sang d'une personne malade, le moustique se trouve infecté par ces virus et parasites, et contamine, à travers ses piqûres, d'autres êtres humains. Une transmission qui a désormais lieu à plus grande échelle du fait de l'urbanisation, de l'augmentation croissante de la mobilité internationale et du réchauffement climatique. Face à cette problématique de santé publique, des recherches ont été menées, sans parvenir pour l'instant à expliciter les mécanismes précis qui permettent l'infection du moustique par les virus. En effet, les premières étapes de l'infection qui ont lieu au niveau de l'estomac du moustique restent notamment incomprises. L'objectif de Sarah Merklung, post-doctorante au sein du laboratoire Interactions virus-insectes de l'Institut Pasteur, consiste à étudier l'étape

initiale d'infection d'un moustique par un virus, pour ensuite la contrôler et empêcher la transmission de maladies. Pour y aboutir, l'entomologiste utilise une technique révolutionnaire permettant d'analyser l'estomac du moustique cellule par cellule. *« Mon projet aura potentiellement des répercussions sur les stratégies de lutte contre la transmission de maladies infectieuses par les moustiques au niveau mondial, notamment grâce à des lâchers de moustiques modifiés en laboratoire et super-résistants aux virus, dans les régions tropicales où les épidémies se déclenchent. »*

« Mon projet aura potentiellement des répercussions sur les stratégies de lutte contre la transmission de maladies infectieuses par les moustiques. »





Fanny
ORLHAC

Post-doctorante

ÉQUIPE-PROJET EPIONE,
INRIA SOPHIA ANTIPOLIS,
UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

COMBINER L'IMAGERIE MÉDICALE ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR UNE MÉDECINE DE PRÉCISION

Les traitements en cancérologie ont fait de nombreux progrès ces dernières années. Prévoir la réponse des patients à ces thérapeutiques reste un enjeu crucial et passe notamment par une meilleure exploitation des données d'imagerie. Ces images contiennent de nombreux indicateurs de diagnostics et pronostiques encore non exploités pour caractériser la maladie et son évolution. C'est ce vers quoi tend le projet de Fanny Orlhac, post-doctorante et membre de l'équipe-projet Epione d'Inria à Sophia Antipolis. « *Mon projet de recherche participe à l'évolution des pratiques en radiologie et en médecine nucléaire.* » Pour cela, la scientifique utilise des méthodes modernes d'apprentissage statistique en intelligence artificielle. Elle combine les données d'imagerie à des indicateurs biologiques, l'ensemble pouvant apporter des renseignements précieux sur l'hétérogénéité tumorale et donc sur la réponse individuelle des

patients aux traitements. Ainsi, une expérience actuellement menée sur des patientes atteintes d'un cancer mammaire avancé permettra de développer des modèles prédictifs de réponse aux traitements. Ces modèles pourraient être ensuite transposés à d'autres types de cancers.

“ Mon projet de recherche participe à l'évolution des pratiques en radiologie et en médecine nucléaire. ”



Ana SANTOS

Post-doctorante

INSERM (U1001) - ROBUSTNESS
AND EVOLVABILITY OF LIFE,
UNIVERSITÉ PARIS-DESCARTES

PLONGÉE AU CŒUR DES MÉCANISMES DU VIEILLISSEMENT

Le vieillissement est à l'origine de nombreuses maladies chroniques chez l'humain, mais ses mécanismes demeurent mystérieux. Post-doctorante au sein du laboratoire *U1001-Robustness and Evolvability of Life* de l'Université Paris-Descartes, Ana Santos a identifié que le processus d'évolution temporelle de la bactérie *Escherichia coli*, qui colonise naturellement nos intestins et participe à la coagulation du sang en produisant de la vitamine K, présentait des similitudes avec celui des êtres humains. Grâce à une nouvelle approche expérimentale en puces microfluidiques¹, complétée par des analyses transcriptomiques² et métabolomiques³, elle étudie des souches d'*Escherichia coli* à longue durée de vie afin d'identifier les signatures moléculaires

contribuant à leur longévité. Des recherches qui permettraient de déterminer certains mécanismes du vieillissement chez l'humain, ainsi que d'imaginer des traitements limitant ses impacts. « *J'aimerais que le résultat de mes recherches puisse améliorer la santé, la qualité de vie de la population vieillissante, mais aussi des personnes plus jeunes* ».

« J'aimerais que
le résultat de mes
recherches puisse
améliorer la santé
de la population
vieillissante. »

1 - Microfluidique : science de la manipulation des fluides à l'échelle micrométrique.

2 - Transcriptomique : outil d'étude de génétique moléculaire qui consiste à analyser l'ensemble des ARN (*acide ribonucléique*) messagers, produits de la transcription de l'ADN (*acide désoxyribonucléique*).

3 - Métabolomique : analyse de l'ensemble des petites molécules constitutives d'un organisme vivant.





Daphné
SILVESTRE

Doctorante

LABORATOIRE AGING IN
VISION AND ACTION, INSTITUT
DE LA VISION, SORBONNE
UNIVERSITÉ, INSERM, CNRS

PERCER LES SECRETS DE LA VUE POUR COMPRENDRE LES TROUBLES LIÉS À L'AUTISME

L'autisme est un trouble neuro-développemental, caractérisé par des déficits de l'interaction sociale et de la communication, mais aussi par une atteinte des traitements sensoriels, qui a pour conséquence de transformer la perception visuelle du monde. Daphné Silvestre cherche à mieux connaître les causes neurobiologiques de ces changements de la perception visuelle en cas d'autisme. « *Lors de ma thèse, je me suis intéressée à la variabilité présente à chaque étape de traitement du système visuel, aussi appelé bruit interne¹, qui va dégrader la perception visuelle.* » Le résultat de cette première étape a été la mise au point d'un modèle mathématique qui a permis à la doctorante du laboratoire *Aging in Vision and Action* de l'Institut de la Vision, de différencier les sources de bruits à différents niveaux du traitement visuel :

photorécepteurs, rétine et aire visuelle cérébrale. Appliqués aux recherches sur l'autisme, ces résultats pourront identifier les sources de bruits impactées par la maladie et ainsi donner une meilleure compréhension de l'origine des troubles de la perception visuelle des patients. Une approche innovante non invasive, qui apporterait en outre un nouvel outil diagnostique et aiderait à mieux discerner les différents troubles constituant le spectre de l'autisme.

“ Je me suis intéressée
à la variabilité présente
à chaque étape
de traitement du système
visuel, aussi appelé bruit
interne¹, qui va dégrader
la perception visuelle. ”

1 - Le bruit interne est tout ce qui va dégrader le signal visuel perçu par l'œil. Ce bruit est forcément aléatoire. Cela peut-être par exemple : la probabilité d'absorber un photon, aspect corpusculaire de la lumière, au niveau des photorécepteurs ; ou encore l'activité spontanée des neurones, c'est-à-dire le fait qu'un neurone « s'active » alors qu'il n'a pas reçu de signal ou qu'il ne s'active pas alors qu'il aurait dû.



3

DE
L'INFINIMENT
PETIT...



Audrey
FRANCISCO

Doctorante

LABORATOIRE SUBATECH,
INSTITUT MINES-TÉLÉCOM
ATLANTIQUE, CNRS,
UNIVERSITÉ DE NANTES

REMONTER LE TEMPS AUX PREMIERS INSTANTS DU BIG BANG

La matière qui nous entoure est constituée de particules élémentaires dont l'étude requiert de puissants accélérateurs de particules, comme le Large Hadron Collider (LHC) situé au Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN), à la frontière franco-suisse. Le LHC abrite en son sein plusieurs expériences, dont le détecteur ALICE¹. Cette expérience a été conçue afin d'étudier les collisions d'ions lourds, comme le plomb, qui sont accélérés à des vitesses ultra-relativistes proches de la lumière. Dans ces conditions extrêmes de température et de densité, un nouvel état de la matière se forme. Celui-ci est constitué d'une soupe de quarks et de gluons, particules élémentaires qui composent notamment les protons et les neutrons. Cet état singulier aurait existé une infime fraction de seconde après le Big Bang, et est *de facto* le fluide le plus parfait jamais observé. Intégrée au laboratoire Subatech de l'Institut Mines-

Télécom (IMT) Atlantique à Nantes, Audrey Francisco étudie cet étonnant état de la matière en mesurant l'écoulement des particules lourdes qui s'y forment. L'objectif de la doctorante est de « *mieux comprendre le monde qui nous entoure et d'apporter des réponses aux questions fondamentales sur les propriétés de la matière et son état primordial* ».

“ Je veux apporter
des réponses aux
questions
fondamentales sur
les propriétés de la
matière et son état
primordial. ”

1 - ALICE : A Large Ion Collider Experiment.



Céline
PAGIS

Doctorante

LABORATOIRE IRCELYON
(CNRS ET UNIVERSITÉ CLAUDE
BERNARD LYON 1) ET IFP
ÉNERGIES NOUVELLES

DES NANOMATÉRIAUX CONTRE LE GASPILLAGE ALIMENTAIRE

Matériaux inorganiques, cristallins et poreux, les zéolithes, largement utilisées dans diverses applications industrielles¹, sont pourtant méconnues. Leur force principale provient de leur structure en nid d'abeille qui piège les substances chimiques et permet d'accélérer la transformation des molécules. Céline Pagis, ingénieure de l'École centrale de Marseille, et doctorante au sein d'un laboratoire CNRS/Université Lyon 1 et de l'institut IFP Énergies nouvelles, cherche à synthétiser de nouvelles zéolithes plus performantes encore. « *Ma recherche a permis de synthétiser une nouvelle classe de matériaux, des nano-boîtes de zéolithes, pouvant faire office de réservoirs de stockage de molécules, libérables à la demande.* » Un succès, car après la mise au point de deux méthodes permettant d'obtenir la morphologie souhaitée, il a été

prouvé que la diffusion de molécules y est trois fois plus rapide. Une avancée qui permettrait, par exemple, de tripler la durée de conservation des fruits grâce au ralentissement du mûrissement, obtenu par la libération contrôlée d'une molécule inhibitrice présente dans la boîte. Un véritable progrès contre le gaspillage alimentaire qui touche actuellement un tiers de la production mondiale².

« **Ma recherche a permis de synthétiser une nouvelle classe de matériaux, pouvant faire office de réservoirs de stockage de molécules, libérables à la demande.** »

1 - Raffinage pétrolier, adoucissement de l'eau, purification de l'air et de gaz médicaux, piégeage de molécules odorantes, etc.

2 - *The Guardian*, 2015.





Caroline
**ROSSI-
GENDRON**

Doctorante

LABORATOIRE P.A.S.T.E.U.R.,
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE,
SORBONNE UNIVERSITÉ,
CNRS, UNIVERSITÉ PSL (PARIS
SCIENCES & LETTRES)

L'ADN AU SERVICE DE NANOTECHNOLOGIES PLUS PERFORMANTES ET ÉCOLOGIQUES

L'innovation industrielle a pu un temps rimer avec un certain gigantisme des machines, mais s'oriente désormais vers une miniaturisation de ses dispositifs. Celle-ci autorise une moindre utilisation des ressources et une précision accrue dans des structures moins encombrantes. En médecine, notamment, les espoirs portés par l'utilisation de machines dites moléculaires sont considérables, tant elles permettraient d'atteindre des cibles de plus en plus petites avec une grande précision. C'est précisément le sujet de recherche de Caroline Rossi-Gendron, doctorante au laboratoire P.A.S.T.E.U.R. de l'École normale supérieure de Paris. Pour cela, elle fabrique des édifices miniatures en tissant de l'ADN, grâce à une technique récente qu'elle a rendue moins gourmande en énergie, et utilise une molécule photosensible inventée par son équipe, qui a la particularité de détisser l'ADN sous un éclairage UV, et de le retisser lorsque l'éclairage est bleu.

« *L'objectif de ma recherche est de transformer ces édifices d'ADN en machines moléculaires exploitables, en les rendant à la fois dynamiques et contrôlables par un signal extérieur.* » La scientifique souhaite ainsi utiliser la lumière pour piloter à distance ces nanomachines biocompatibles, pour des résultats qui donneront peut-être lieu à de futures applications en nanomédecine, dans la diffusion contrôlée de principes actifs dans l'organisme par exemple.

« L'objectif est de transformer des édifices d'ADN en machines moléculaires exploitables, dynamiques et contrôlables par un signal extérieur. »



Camille SCALLIET

Doctorante

LABORATOIRE CHARLES
COULOMB, UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER, CNRS

ÉCLAIRCIR LES PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE AMORPHE

Les solides cristallins (sel de cuisine, cristal de diamant, etc.), sont constitués, tout comme les métaux, d'atomes assemblés dans un ensemble ordonné. À l'inverse, le verre ou le sable sont des solides dits amorphes. Les particules qui les composent ont des positions désordonnées et la façon dont ces solides se déforment, cassent ou conduisent la chaleur est totalement différente de celle des solides cristallins. Camille Scalliet, doctorante au laboratoire Charles Coulomb à l'Université de Montpellier, tente de comprendre comment ce désordre à l'échelle microscopique confère aux solides amorphes leurs propriétés physiques uniques. Elle s'intéresse à une nouvelle phase amorphe de la matière, dont l'existence était jusque-là insoupçonnée. « *Découverte très récemment dans un développement mathématique abstrait, cette phase complexe semble posséder des propriétés particulièrement intéressantes* », explique

la scientifique, dont le matériel de recherche est constitué d'outils mathématiques sophistiqués et de simulations numériques poussées. Appréhender la physique des matériaux amorphes pourrait ouvrir la voie à la conception de matières inédites aux propriétés thermiques, mécaniques ou optiques innovantes.

“ Découverte très récemment dans un développement mathématique abstrait, cette phase complexe semble posséder des propriétés particulièrement intéressantes. ”





Farsane
TABATABA-
VAKILI

Doctorante

CENTRE DE NANOSCIENCES
ET DE NANOTECHNOLOGIES,
CNRS, UNIVERSITÉ PARIS-SUD,
UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY, CEA,
INAC-PHELIQS ET UNIVERSITÉ
GRENOBLE ALPES

OPTIMISER L'ÉCLAIRAGE PAR LEDS GRÂCE AUX MICRO ET NANOTECHNOLOGIES

L'efficacité énergétique des diodes électroluminescentes (LEDs) à luminosité modérée les ont rendues incontournables dans notre quotidien. Cependant, utilisées à forte luminosité, leur rendement s'effondre du fait des propriétés intrinsèques des matériaux qui les composent¹, les rendant ainsi moins pertinentes. Ce phénomène peut être évité en utilisant des microlasers comme source de lumière bleue. Les recherches que Farsane Tabataba-Vakili mène dans le cadre de sa thèse visent ainsi à améliorer ces rendements à forte brillance. Au Centre de nanosciences et de nanotechnologies de l'Université Paris-Sud et du CNRS, la jeune scientifique cherche à démontrer expérimentalement une technologie d'éclairage innovante, qui utilise des microlasers en nitrure², produisant de la lumière bleue qui excite des phosphores jaunes. « *La micro et nanofabrication en salle blanche, c'est-à-dire la salle la plus propre*

possible pour pouvoir travailler avec des matériaux à l'échelle de dizaines de nanomètres, constituent mes principales activités. » Les aboutissements attendus de ces recherches sont d'une part, l'optimisation énergétique et la longévité des LEDs, notamment à forte brillance, afin de faciliter l'éclairage portatif ou autoalimenté en zones reculées ; et d'autre part, l'amélioration du traitement de l'information grâce à la lumière, dans de nouvelles puces d'ordinateurs qui utilisent les technologies quantiques.

**“ La micro et
nanofabrication
constituent
mes principales
activités. ”**

1 - Les LEDs blanches sont constituées d'une puce de semi-conducteurs dits de nitrure (composés constitués d'azote et d'un métal du groupe III comme le gallium ou l'aluminium), émettant de la lumière bleue, et de phosphore émettant une lumière jaune.

2 - Ces microlasers intégrés dans un circuit photonique sont fabriqués à partir de microdisques nitrures (composés constitués d'azote et d'un métal) avec des guides suspendus et des réseaux de découplage aux deux extrémités des guides.



Ségolène VANDEVELDE

Doctorante

UNIVERSITÉ PARIS 1
PANTHÉON-SORBONNE,
UNIVERSITÉ PARIS
NANTERRE, MINISTÈRE DE LA
CULTURE ET LABORATOIRE
ARSCAN (UMR7041), CNRS,
ÉQUIPE ARCHÉOLOGIES
ENVIRONNEMENTALES

LES CONCRÉTIONS DE SUIE, TÉMOINS MICROSCOPIQUES DES OCCUPATIONS HUMAINES DANS LES ABRIS PALÉOLITHIQUES

La transition entre Paléolithiques moyen et supérieur est une période d'intérêt majeur pour la recherche en Préhistoire, puisque c'est à cette période qu'*Homo neanderthalensis* a disparu, laissant *Homo sapiens* comme seule espèce humaine (la nôtre). Malheureusement, les datations radiocarbone sont trop imprécises pour apporter des informations temporelles fines permettant de comprendre cette transition. C'est pour pallier à ce problème que Ségolène Vandevælde a orienté les recherches de son doctorat, réalisé au sein du laboratoire ArScAn (équipe Archéologies environnementales) et de l'Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne, autour du développement d'une méthode pionnière permettant d'atteindre une résolution temporelle annuelle : la fuliginochronologie. Cette méthode « *correspond à l'étude des dépôts de suie prisonniers de concrétions calcaires, témoins des occupations humaines dans les cavités* ». La chercheuse collecte des concrétions fuligineuses¹, objets de ses analyses, dans la

Grotte Mandrin, dans la Drôme. Pour la première fois, l'étude microscopique des films de suie et des doublets de calcite, dont la formation est annuelle, permet de reconstituer les chroniques des occupations humaines dans un abri sous roche. Le fruit de ces recherches est important : détermination du nombre d'occupations par niveau archéologique, et démonstration de la rapidité de la succession entre Néandertaliens et *Homo sapiens* régionaux, en un laps de temps inférieur à une génération humaine. À plus long terme, ce type d'étude permettra certainement d'apporter des informations précises quant aux sociétés passées ou aux transitions entre grandes périodes chrono-culturelles.

« La fuliginochronologie correspond à l'étude des dépôts de suie prisonniers de concrétions calcaires, témoins des occupations humaines dans les cavités. »

1 - C'est-à-dire chargées de suie.



4

...À
L'INFINIMENT
GRAND



Sarah
ANTIER-
FARFAR

Post-doctorante

LABORATOIRE DE
L'ACCÉLÉRATEUR LINÉAIRE,
UNIVERSITÉ PARIS-SUD, CNRS

À LA RECHERCHE DES ONDES GRAVITATIONNELLES

En août 2017, les interféromètres LIGO (aux États-Unis) et Virgo (en Italie) ont observé pour la première fois une coalescence d'étoiles à neutrons grâce à la détection de fluctuations de l'espace-temps ou ondes gravitationnelles. De manière indépendante, les observatoires spatiaux INTEGRAL et Fermi ont repéré une contrepartie lumineuse de l'événement, un sursaut gamma court, bouffée de photons de très haute énergie, qui, dans certains cas, ne dure qu'une fraction de seconde. Une intense campagne d'observations de l'événement a alors été initiée, mobilisant de nombreux observatoires, sur Terre et dans l'espace. Elle a notamment permis d'en savoir plus sur l'origine des sursauts gamma courts et sur la formation des noyaux lourds dans l'Univers. Les recherches de Sarah Antier-Farfar, post-doctorante au sein du laboratoire de l'Accélérateur linéaire (LAL) de l'Université Paris Sud, sont à l'avant-garde de cette astronomie multi-messagers, qui combine aussi bien les informations véhiculées par les ondes gravitationnelles que celles transmises par la lumière. « Mes

recherches sont centrées autour de la préparation de la prochaine campagne de la collaboration LIGO/Virgo. Pour cela, nous sommes en train de mettre en place un réseau de télescopes répartis dans le monde entier du nom de GRANDMA, préparatoire à la mission spatiale franco-chinoise SVOM. » L'objectif scientifique de Sarah Antier-Farfar est de tirer des informations aussi bien du signal d'ondes gravitationnelles que de l'émission électromagnétique, afin d'en savoir plus sur les faces violentes et méconnues de l'Univers. L'ensemble des informations recueillies permettra d'avoir une meilleure connaissance des phénomènes parmi les plus cataclysmiques de l'Univers.

“ Mes recherches sont centrées autour de la préparation de la prochaine campagne de la collaboration LIGO/Virgo. ”



Fanny
BRUN

Doctorante

INSTITUT DES GÉOSCIENCES
DE L'ENVIRONNEMENT,
UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES,
CNRS, IRD, GRENOBLE INP

LES GLACIERS D'ASIE ET LE CYCLE HYDROLOGIQUE

Les grands fleuves, comme le Gange, prennent leur source dans les hautes montagnes d'Asie, région la plus fortement englacée en dehors des zones polaires. S'ils constituent une ressource capitale pour les populations locales, de nombreuses questions subsistent quant à leur processus d'alimentation. Les recherches sur les mécanismes de fonte ont pour l'instant été centrées sur les Alpes, dont la topographie est très différente de celle des régions d'Asie. En revanche, la fonte des langues glaciaires asiatiques, couvertes de débris rocheux, reste encore peu connue. Fanny Brun réalise sa thèse à l'Institut des Géosciences de l'environnement de l'Université Grenoble Alpes, et souhaite résoudre cette énigme en s'intéressant aux processus de fonte dans les parties basses des glaciers. « *Mes travaux actuels portent sur l'influence de la couverture de débris rocheux sur l'évolution des glaciers et mes travaux futurs porteront sur la variabilité spatio-temporelle des précipitations en*

altitude. » À l'heure où les scientifiques cherchent à prévoir l'évolution future de ces glaciers, documenter les changements des glaciers dans l'Himalaya, prédire la réaction de ces bassins versants aux changements climatiques, ainsi que leur impact sur la ressource en eau, sont les éléments de réponses que cette spécialiste du cycle hydrologique apportera à cette problématique cruciale.

“ Mes travaux
portent sur
l'influence
de la couverture
de débris rocheux
sur l'évolution
des glaciers. ”





Delphine
GEYER

Doctorante

LABORATOIRE DE PHYSIQUE,
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE
DE LYON (CNRS ET UNIVERSITÉ
CLAUDE BERNARD LYON 1)

ÉTUDIER LA PROPAGATION SONORE POUR COMPRENDRE LES MOUVEMENTS DE MASSE

Bancs de sardines, colonies de bactéries, ou encore nuées d'oiseaux : les mouvements collectifs massifs et cohérents sont observés à tous les niveaux du vivant. Mais comment sont-ils possibles sans qu'aucun moyen de communication efficace n'existe sur des échelles si étendues ? C'est la question sur laquelle s'est penchée Delphine Geyer qui effectue sa thèse au laboratoire de Physique de l'École normale supérieure de Lyon. « *Mon objectif est de comprendre l'organisation collective du vivant, mais aussi de développer de nouveaux matériaux actifs à partir de particules synthétiques présentant des propriétés similaires d'organisation collective.* » Delphine en a d'ores et déjà conçu un et elle a pu démontrer expérimentalement la propagation de sons dans ces assemblées de particules autpropulsées. L'étude de ces ondes sonores lui a permis de créer une méthode quantitative générique décrivant la dynamique de groupe valable pour tous types d'individus. Les applications de ses

recherches sont doubles. Elles donneraient, d'une part, la possibilité de mieux prédire les mouvements de foules humaines, afin notamment de réduire les incidents liés aux rassemblements de grande envergure. Et, d'autre part, elles permettraient d'utiliser la compréhension de cette mise en mouvement pour motoriser de manière collective des éléments de la matière molle (tissus biologiques, filaments d'actine...), qui deviendraient ainsi des micro-robots potentiellement utilisables dans la médecine de précision (comme pour l'administration de médicaments).

« Mon objectif est de comprendre l'organisation collective du vivant, mais aussi de développer de nouveaux matériaux actifs. »



Pauline ZARROUK

Doctorante

COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE
ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES
ALTERNATIVES, UNIVERSITÉ
PARIS-SACLAY

RETRACER L'ÉVOLUTION DE L'UNIVERS EN CARTOGRAPHIANT SES GRANDES STRUCTURES

Notre histoire cosmique peut être retracée à partir de relevés du ciel obtenus grâce à des télescopes situés au sol et à des satellites dans l'espace, capables de cartographier les structures de l'univers comme les galaxies. D'ambitieux programmes d'observation visent à reconstituer la distribution de ces structures pour comprendre l'évolution de notre univers. C'est le cas du projet SDSS-eBOSS que Pauline Zarrouk a intégré. Dans le cadre de son doctorat au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) de l'Université Paris-Saclay, elle mesure précisément l'évolution des distances entre les galaxies au cours du temps. « *Je cherche à comprendre le mécanisme physique à l'origine de l'expansion accélérée de l'univers.* » Pour cela, la chercheuse teste aussi la validité du modèle actuel¹ de la cosmologie qui se fonde sur la théorie

d'Einstein. Le scénario de croissance des structures, prédit par ce cadre mathématique, est comparé à celui obtenu à partir des observations. Une analyse a d'ores et déjà permis de sonder une époque de l'Univers quasiment inexplorée mais qui le sera intensivement à l'avenir, notamment grâce aux travaux inédits de Pauline Zarrouk.

“ Je cherche
à comprendre
le mécanisme
physique à l'origine
de l'expansion
accélérée
de l'univers. ”

1 - Le modèle actuel de la cosmologie suppose l'existence d'une composante exotique, appelée « énergie noire », dont l'origine et les propriétés sont inconnues.



5

AMÉLIORER
NOTRE QUOTIDIEN,
GRÂCE AUX
MATHÉMATIQUES ET
À L'INFORMATIQUE



Stéphanie
CHALLITA

Doctorante

CENTRE DE RECHERCHE
INRIA LILLE - NORD EUROPE
ET LABORATOIRE CRISTAL,
UNIVERSITÉ DE LILLE

CLARIFIER LE LANGAGE DES NUAGES INFORMATIQUES

L'hébergement, le stockage à distance de données, l'accès à la musique en streaming, sont autant de services consommés par notre société numérique qui repose sur « l'informatique en nuage » ou « cloud computing ». Les géants d'Internet font partie des principaux fournisseurs de ces « nuages », mais si leurs services sont souvent similaires, ils sont identifiés par des appellations différentes. Cette hétérogénéité sémantique complique la comparaison des offres et en diminue la clarté. Lors de son doctorat, effectué au centre de recherche Inria Lille - Nord Europe et au laboratoire CRISTAL de l'Université de Lille, Stéphanie Challita souhaite « unifier tous les fournisseurs sous le chapeau de mon approche afin de masquer les spécificités de chacun d'entre eux ». Pour cela la scientifique a mis au point FCLOUDS. « C'est le premier cadre logiciel pour identifier les similitudes et les différences entre les services de nuage et raisonner sur eux, assurant l'interopérabilité sémantique entre plusieurs nuages. FCLOUDS est composé d'un langage formel

fondé sur la logique du premier ordre et la théorie des ensembles pour décrire précisément les concepts des nuages. » À la clé ? Une meilleure compréhension et comparaison des offres des fournisseurs, et une ouverture sur l'utilisation de systèmes multi-nuages.

**“ Je souhaite unifier
tous les fournisseurs
sous le chapeau
de mon approche
afin de masquer
les spécificités
de chacun
d'entre eux. ”**



Sophie D'AMBROSIO

Post-doctorante

UNITÉ MIXTE DE PHYSIQUE
CNRS-THALES, UNIVERSITÉ
PARIS SUD, UNIVERSITÉ
PARIS-SACLAY

AU-DELÀ DES SUPERCALCULATEURS, LES SUPRA-SUPERCALCULATEURS, PLUS PUISSANTS ET PLUS ÉCOLOGIQUES

Simulation du réchauffement climatique, prédiction des tsunamis, élaboration de nouveaux médicaments, ou encore amélioration de dispositifs industriels à haute performance : autant d'opérations et d'applications qui ont été bouleversées et accélérées par les supercalculateurs. Devenus indispensables dans un grand nombre de secteurs d'activité grâce à leur puissance de calcul parvenant au million de milliard d'opérations par minute, les supercalculateurs atteignent aujourd'hui leurs limites du fait de leur importante consommation d'énergie. Comment relever ce défi tout autant technologique qu'économique et écologique ? L'une des options envisagées par Sophie D'Ambrosio, post-doctorante à l'Unité mixte CNRS-Thales, est l'utilisation de supraconducteurs¹ dits « à haute température critique », plus froid que froid. La chercheuse travaille ainsi à l'élaboration de dispositifs

électroniques alternatifs à base d'un des supraconducteurs à haute température les plus prometteurs : l'oxyde $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. « Possédant une résistance nulle en dessous de 100 Kelvin² en moyenne, ils pourraient réduire la consommation énergétique par un facteur d'ordre quatre (c'est-à-dire 10 000). » Ce nouveau matériau permettrait d'augmenter la puissance de calcul des futurs supercalculateurs pour toujours accroître notre compréhension du monde, tout en assurant le transport et le stockage d'informations à très faible coût énergétique. Une réponse écologique aux challenges technologiques de demain.

“Les supraconducteurs
pourraient réduire
la consommation
énergétique par 10 000.”

1 - Les supraconducteurs sont des matériaux qui exhibent le phénomène de la supraconductivité (ou supraconduction), c'est-à-dire l'absence de résistance électrique, en dessous d'une certaine température critique T_c .

2 - Le Kelvin est l'unité de température thermodynamique (système international).





Marylou
GABRIÉ

Doctorante

LABORATOIRE DE PHYSIQUE
STATISTIQUE, ÉCOLE
NORMALE SUPÉRIEURE, CNRS,
SORBONNE UNIVERSITÉ,
UNIVERSITÉ PARIS-DIDEROT,
UNIVERSITÉ PSL (PARIS
SCIENCES & LETTRES)

LA PHYSIQUE STATISTIQUE À LA DÉCOUVERTE DE MÉCANISMES FONDAMENTAUX DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les algorithmes dits d'apprentissage profond ont révolutionné l'intelligence artificielle ces dix dernières années. Inspirés des réseaux de neurones, ils apprennent à des programmes multiparamètres des tâches très complexes à partir d'une base de données d'exemples. Or, les mécanismes de cet apprentissage restent incompris, notamment du fait du nombre considérable de paramètres ajustés. Les solutions algorithmiques actuelles reposent sur des considérations empiriques et sont coûteuses en ressources : puissance de calcul, capacités de stockage, etc. Afin de résoudre cette problématique, au cours de sa thèse à l'École normale supérieure de Paris, Marylou Gabrié s'est intéressée à la physique statistique, utilisée notamment pour l'étude de systèmes naturels tels que les gaz, constitués de milliards de molécules. « *Nous exploitons les progrès récents de ce champ pour étudier l'apprentissage profond. Cette approche interdisciplinaire originale permet de combiner approximations physiques et expérimentations numériques.* »

L'aboutissement de ces recherches pourraient dans le futur apporter une meilleure compréhension des réseaux de neurones de l'intelligence artificielle et améliorer ainsi leur performance et leur fiabilité. Leur impact environnemental pourrait également être optimisé en réduisant les temps de calcul conséquents, qui impliquent une consommation électrique importante.

« Nous exploitons
les progrès récents
de la physique
statistique pour
étudier
l'apprentissage
profond. »



Jessica GUERAND

Doctorante

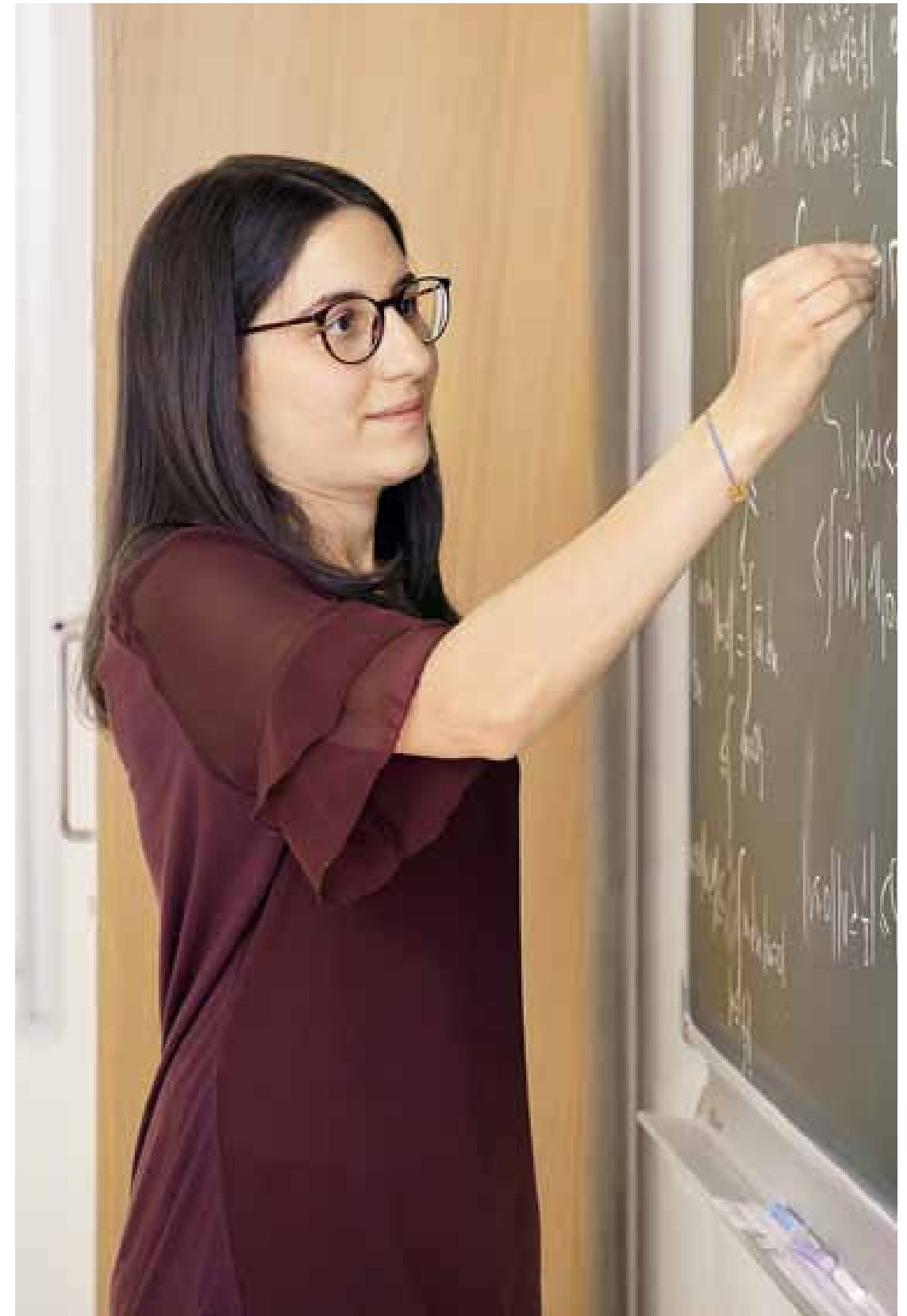
DÉPARTEMENT
DE MATHÉMATIQUES
ET APPLICATIONS, ÉCOLE
NORMALE SUPÉRIEURE,
CNRS, UNIVERSITÉ PSL
(PARIS SCIENCES & LETTRES)

DES ÉQUATIONS MATHÉMATIQUES DU MOUVEMENT À LA RÉGULATION DU TRAFIC ROUTIER

Les équations d'Hamilton-Jacobi, qui simplifient la résolution des équations du mouvement, ont d'abord été introduites en mécanique classique, puis utilisées dans de nombreux domaines théoriques et d'applications concrètes. Au cours de sa thèse effectuée au département de mathématiques et applications de l'École normale supérieure à Paris, Jessica Guerand a utilisé les équations d'Hamilton-Jacobi afin de modéliser des problèmes de contrôle optimal du trafic routier, où les croisements sont une source majeure de congestion. « *Il s'agit avant tout de répondre à des questions théoriques pour faire avancer un domaine mathématique. Modélisés, ces croisements représentent un domaine constitué d'une jonction avec plusieurs branches, les routes. Sur chacune d'elles la densité de véhicules est une solution d'une équation de Hamilton-Jacobi à laquelle il est possible d'intégrer une condition (feu*

rouge). » Théoriques à l'heure actuelle, ces recherches ont pour but de construire un cadre mathématique d'étude, puis d'ingénierie, qui pourrait à terme trouver une application pratique en matière de régulation du trafic routier, en particulier la gestion des embouteillages, et aussi d'utilisation de la voiture autonome.

“ Il s'agit avant tout
de répondre à des
questions théoriques
pour faire avancer
un domaine
mathématique. ”





Sabrina
OUAZZANI

Post-doctorante

LABORATOIRE D'ALGORITHMIQUE,
COMPLEXITÉ ET LOGIQUE (LACL),
UNIVERSITÉ PARIS-EST CRÉTEIL, ET
LABORATOIRE D'INFORMATIQUE DE L'X
(LIX), ÉCOLE POLYTECHNIQUE, CNRS

LA CALCULABILITÉ À TEMPS INFINI, L'HYPER-INFORMATIQUE DE DEMAIN

L'informatique est omniprésente dans notre société, asseoir ses fondements et accroître ses performances sont donc devenus des enjeux majeurs. Sabrina Ouazzani est post-doctorante au Laboratoire d'Algorithmique, complexité et logique (LACL) de l'Université Paris-Est Créteil, ainsi qu'au Laboratoire d'informatique de l'École polytechnique. Seule femme en France spécialisée en calculabilité, branche de l'informatique théorique qui s'intéresse aux problèmes qui peuvent être résolus ou non par des algorithmes, elle s'attache à comprendre les liens entre les mathématiques et de nouveaux concepts informatiques. « *Mon objectif est de mettre en rapport certaines des nouvelles notions de calcul informatique qui émergent (calcul naturel, quantique, biologique, transfini...) et leur nature profonde (logique, théorie des modèles et des ensembles...), exprimable en termes plus abstraits.* » Les travaux de la jeune chercheuse portent plus précisément sur la calculabilité à temps transfini, qui implique des algorithmes

dont les étapes de calcul sont indexées par des nombres infinis, appelés les ordinaux. Ils permettent de comprendre des problèmes mettant en œuvre des objets mathématiques très complexes. Ainsi, la calculabilité à temps transfini apparaît comme un cadre novateur pour appréhender l'hyper-informatique de demain et en comprendre les limites par exemple : calculs analogiques ou biologiques (ADN), ou encore les calculs liés aux modèles de l'apprentissage profond (« deep learning ») des intelligences artificielles.

“ Mon objectif est de mettre en rapport certaines des nouvelles notions de calcul informatique qui émergent, et leur nature profonde, exprimable en termes plus abstraits. ”

Toutes les ressources media du programme des bourses de recherche
L'Oréal-UNESCO *Pour les Femmes et la Science*
sont disponibles sur
www.fondationloreal.com/fr/

Suivez le programme
L'Oréal-UNESCO *Pour les Femmes et la Science* sur



@4WomenInScience
#FWIS
#fondationloreal



EN PARTENARIAT AVEC

