



# PRIX INTERNATIONAL 2021

# SOMMAIRE

<b>À PROPOS DE</b>	<b>P. 4</b>
<b>23 ANS D'ENGAGEMENT</b>	<b>P. 6</b>
<b>LES LAURÉATES 2021</b>	<b>P. 8</b>
Professeure Catherine Ngila <i>Lauréate pour l'Afrique et les États arabes</i>	P.10
Professeure Kyoko Nozaki <i>Lauréate pour l'Asie et le Pacifique</i>	P.12
Professeure Shafi Goldwasser <i>Lauréate pour l'Amérique du Nord</i>	P.14
Professeure Françoise Combes <i>Lauréate pour l'Europe</i>	P.16
Professeure Alicia Dickenstein <i>Lauréate pour l'Amérique latine et les Caraïbes</i>	P.18
<b>LE PROCESSUS DE SÉLECTION</b>	<b>P. 20</b>

À PROPOS DE LA  
*Fondation L'Oréal*

La Fondation L'Oréal s'engage aux côtés des femmes pour leur permettre d'exprimer leur potentiel, reprendre la main sur leur destin et avoir un impact positif sur la société, à travers trois domaines d'intervention : la recherche scientifique, la beauté solidaire, et le changement climatique.

Depuis 1998, le programme L'Oréal-UNESCO *Pour les Femmes et la Science* a pour vocation d'accélérer les carrières des femmes scientifiques et de lutter contre les obstacles qu'elles rencontrent, pour qu'elles puissent contribuer à la résolution des grands défis de notre temps. En 23 ans, le programme a soutenu plus de 3 600 chercheuses originaires de 117 pays. Il valorise l'excellence scientifique et cherche à inspirer les jeunes femmes pour les encourager à s'engager dans des cursus scientifiques.

Convaincue que la beauté contribue au processus de reconstruction de soi, la Fondation L'Oréal accompagne des personnes fragilisées à améliorer leur estime d'elles-mêmes en leur donnant accès à des soins de beauté et bien-être gratuits. Elle favorise également l'accès à l'emploi de femmes vulnérables à travers des formations d'excellence aux métiers de la beauté. Environ 16 000 personnes par an, en moyenne, bénéficient de ces soins de beauté et de bien-être, et plus de 18 000 personnes ont pu participer à des formations dédiées, depuis les débuts du programme.

Les femmes, enfin, sont victimes d'inégalités et de discriminations de genre persistantes, accélérées par le changement climatique. Alors même qu'elles sont les premières affectées par les conséquences du réchauffement, elles sont sous-représentées dans les instances de décisions. Le programme *Femmes et Climat* de la Fondation L'Oréal soutient notamment les femmes porteuses de projets répondant à l'urgence climatique, et sensibilise à l'importance de solutions qui prennent en compte l'intersectionnalité des problématiques de genre et de climat.

À PROPOS DE  
*L'UNESCO*

Depuis sa création en 1945, l'UNESCO, l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture, s'emploie à créer les conditions d'un dialogue entre les civilisations, les cultures et les peuples, fondé sur le respect de valeurs communes. La mission de l'UNESCO est de contribuer à l'édification de la paix, à l'élimination de la pauvreté, au développement durable et au dialogue interculturel grâce à ses compétences uniques en matière d'éducation, de science, de culture, de communication et d'information. L'Organisation s'est fixée deux priorités globales : l'Afrique et l'égalité entre les sexes.

L'UNESCO est la seule agence spécialisée des Nations Unies dotée d'un mandat spécifique dans le domaine des sciences, symbolisé par le « S » de son acronyme. À travers ses programmes relatifs aux sciences, l'UNESCO contribue à la mise en oeuvre des Objectifs de développement durable des Nations Unies, aide les pays en développement à renforcer leurs capacités scientifiques et technologiques. Elle soutient également les États membres dans leurs efforts pour développer des politiques publiques efficaces intégrant les systèmes de connaissances locaux et autochtones.

L'UNESCO encourage la recherche scientifique et l'expertise dans les pays en développement. L'Organisation pilote plusieurs programmes intergouvernementaux portant sur la gestion durable de l'eau douce et des ressources océaniques et terrestres, la préservation de la biodiversité et le recours à la science pour lutter contre le changement climatique et la réduction des risques de catastrophes.

Avec ses bureaux nationaux et régionaux répartis sur tous les continents, l'UNESCO soutient la coopération scientifique internationale et travaille avec de nombreux partenaires aux niveaux mondial, régional et national. Grâce à ses partenaires, l'Organisation peut s'appuyer sur des ressources, un savoir-faire et des compétences pour promouvoir ses idéaux et ses valeurs et renforcer l'impact et la visibilité de son action dans tous ses domaines de compétence.

L'ORÉAL-UNESCO

*Pour les Femmes et la Science*



Depuis  
**23** ANS,  
plus de  
**3600**  
femmes scientifiques  
mises en lumière.



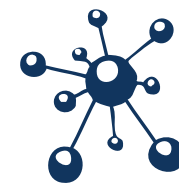
**117**  
Lauréates récompensées  
pour l'excellence de leurs  
travaux, dont cinq ont  
reçu un prix Nobel  
scientifique.



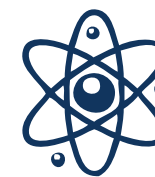
**3500**  
Jeunes Talents, doctorantes  
et post-doctorantes,  
soutenues par une dotation  
de recherche et par une  
formation en leadership.



**52** programmes  
nationaux et régionaux dans  
**117** PAYS.



Plus de **50**  
grandes institutions  
scientifiques impliquées dans  
le monde.



Plus de **500**  
scientifiques participant  
aux processus de sélection  
des programmes nationaux  
et régionaux.

23 ANS  
D'ENGAGEMENT

## 5 femmes scientifiques d'exception



LAURÉATE POUR L'AFRIQUE ET LES ÉTATS ARABES

*Professeure Catherine Ngila*

CHIMIE

Récompensée pour l'introduction et le développement de méthodes d'analyse fondées sur les nanotechnologies pour la surveillance des polluants de l'eau, et leur application dans les pays fortement pollués. Son travail innovant est d'une importance vitale pour le développement de la gestion des ressources en eau d'une manière écologiquement durable.



LAURÉATE POUR L'ASIE ET LE PACIFIQUE

*Professeure Kyoko Nozaki*

CHIMIE

Récompensée pour ses contributions pionnières, créatives et porteuses d'innovations industrielles dans le domaine de la chimie synthétique. Ses travaux ont conduit à de nouveaux procédés de production très performants et respectueux de l'environnement pour fabriquer des molécules utiles à la médecine et à l'agriculture durable.

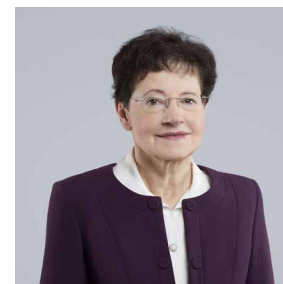


LAURÉATE POUR L'AMÉRIQUE DU NORD

*Professeure Shafi Goldwasser*

SCIENCES INFORMATIQUES

Récompensée pour son travail pionnier et fondamental en informatique et cryptographie, essentiel pour la sécurité des systèmes de communication sur internet ainsi que pour le calcul partagé sur des données privées. Ses recherches ont un impact considérable sur notre compréhension de nombreuses catégories de problèmes pour lesquels les ordinateurs ne peuvent pas trouver efficacement des solutions, même approximatives.



LAURÉATE POUR L'EUROPE

*Professeure Françoise Combes*

ASTROPHYSIQUE

Récompensée pour sa remarquable contribution en astrophysique, de la découverte de molécules dans l'espace intersidéral aux simulations de la formation des galaxies par superordinateur. Son travail a été crucial pour notre compréhension de la naissance et de l'évolution des étoiles et des galaxies, y compris le rôle joué par les trous noirs supermassifs dans les centres galactiques.



LAURÉATE POUR L'AMÉRIQUE LATINE ET LES CARAÏBES

*Professeure Alicia Dickstein*

MATHÉMATIQUES

Récompensée pour ses travaux exceptionnels à la pointe de l'innovation mathématique, exploitant la géométrie algébrique dans le domaine de la biologie moléculaire. Ses recherches permettent de comprendre les structures et les comportements précis des molécules et des cellules, même à une échelle microscopique. Opérant à la frontière entre les mathématiques pures et appliquées, elle a forgé des liens importants avec la physique et la chimie et permis aux biologistes d'acquiescer une compréhension structurelle approfondie des réactions biochimiques et des réseaux enzymatiques.

# Professeure Catherine Ngila



## CHIMIE

*Directrice exécutive par intérim de l'Académie africaine des Sciences, ancienne vice-chancelière adjointe chargée des affaires académiques et étudiantes (DVC-AA) à l'Université de Riara, Kenya, et professeure invitée de Chimie appliquée à l'Université de Johannesburg, Afrique du Sud*

La Pr Catherine Ngila est récompensée pour ses travaux exceptionnels sur la qualité et la gestion des ressources en eau sur le continent africain. Grâce à des méthodes d'analyse innovantes, fondées sur les nanotechnologies, elle a mis au point de nouveaux moyens de filtrage des polluants industriels. Sa fibre entrepreneuriale et sa rigueur scientifique lui ont déjà permis de jouer un rôle majeur puisque des millions de familles bénéficient d'eau potable grâce à ses travaux. L'innovation centrale développée par la Pr Catherine Ngila repose sur l'usage de nanofibres, de nano-absorbants et de membranes nanocomposites (issues de résines chimiques et de matériaux de biomasse) pour détecter et extraire les substances chimiques toxiques et les traces de métaux (comme le plomb, le zinc et l'aluminium). Les modèles de traitement des eaux usées développés par son équipe sont notamment utilisés pour éviter le rejet d'effluents des usines d'épuration de Johannesburg, en Afrique du Sud. Les travaux de la Pr Catherine Ngila vont d'ailleurs être d'autant plus cruciaux pour la population et pour la gestion de l'eau que l'industrialisation du continent africain s'accélère. « *Les recherches sur l'eau me tiennent particulièrement à cœur parce que l'eau est tout simplement vitale !* », explique-t-elle. « *Les nanotechnologies ont un rôle essentiel à jouer dans les techniques de purification. Mon rêve est de développer un nanofiltre commercialisable qui puisse extraire tout polluant en une seule filtration. Cela permettrait d'installer des filtres à eau à des prix accessibles dans tous les foyers ruraux du continent africain.* »

Au Kenya, et en Afrique subsaharienne plus largement, les filles et les femmes parcourent souvent de longues distances à pied pour collecter de l'eau et du bois à brûler qui permet de purifier cette eau en la faisant bouillir, généralement sur des foyers extrêmement enfumés. Parfois, c'est un simple tissu qui est utilisé à cette fin. En développant une production de filtres domestiques à grande échelle, beaucoup plus de familles auraient accès à une eau de qualité. Pour cela, il faut avant tout employer des matériaux abordables, par exemple certains rebus agricoles qui ont la capacité d'absorber les polluants, comme les tiges de maïs, des algues séchées ou la pulpe de canne à sucre – la bagasse. Lorsqu'elle était enfant, dans le comté kenyan de Kitui, la Pr Catherine Ngila a elle-même fait l'expérience de ces lourdes tâches domestiques et constaté combien elles nuisent à l'éducation des jeunes filles. « *Avant d'aller à l'école, je marchais jusqu'à trois kilomètres pour aller chercher de l'eau et, dès la sortie des classes, il me fallait courir à la maison pour collecter du bois et piler du maïs pour préparer à manger* », explique-t-elle. « *Les garçons étaient dispensés de corvées domestiques. Dès mon plus jeune âge, je me suis sentie discriminée en tant que fille. Je me suis fait la promesse que l'éducation serait mon salut pour tourner le dos à cette vie.* »

La Pr Catherine Ngila a persévéré dans ses études, encouragée par son père, ancien chef de tribu – elle a perdu sa mère lorsqu'elle était enfant. Elle a eu la chance d'étudier dans un collège pour filles et c'est là que son intérêt pour la chimie est né, notamment grâce à l'exemple d'un professeur passionné. Quelque temps plus tard, en 1986, elle terminait major de sa promotion à la faculté des sciences de l'Université Kenyatta, où elle a commencé à développer ses travaux sur la gestion des ressources en eau. Compte

tenu des difficultés de financement et du manque d'équipements et d'infrastructures des universités et laboratoires de son pays d'origine, la Pr Catherine Ngila a quitté le Kenya pour poursuivre ses recherches en Australie, où elle a terminé sa thèse en 1996, à l'Université de Nouvelle-Galles du Sud (Sydney). Elle est ensuite rentrée pour enseigner, d'abord au Kenya, à l'Université Kenyatta, puis au Botswana et en Afrique du Sud. À l'Université de Johannesburg, elle dit avoir eu une « *petite révélation* » lorsqu'elle a utilisé un procédé électrique de filage de la cellulose pour extraire des nanofibres individuelles. Cela était alors considéré comme impossible car la cellulose ne fond pas et se dissout très peu dans des solvants communs, ce qui rend la séparation des fibres difficile. La Pr Catherine Ngila et son doctorant, Stephen Musyoka, ont cependant surmonté ces obstacles en utilisant un champ électrique à haute tension dans une solution de cellulose modifiée. Cela a produit des nanofibres en biopolymère, d'un diamètre compris entre 100 et 500 nm, ce qui a permis d'envisager une purification de l'eau à grande échelle.

Bien qu'elle soit aujourd'hui une scientifique reconnue au Kenya – où seules 5 des 31 universités publiques comptent des femmes comme vice-présidentes – la Pr Catherine Ngila a trouvé difficile de briser le plafond de verre et elle s'est souvent sentie tenue à l'écart des processus décisionnels par ses homologues masculins. À la fois chercheuse, mentor pour de nombreuses jeunes femmes et « *faire-valoir féminin* » dans plusieurs conseils d'administration et assemblées, elle décrit bien le fardeau et les nombreuses tâches qui incombent spécifiquement aux chercheuses et qui nuisent à leur développement personnel et professionnel. Cela peut même renforcer leur sentiment d'isolement, voire d'exclusion, dans les dynamiques propres à tout laboratoire, ce qui limite d'ailleurs leurs opportunités de carrière. Dans certains cas, cela rend également les femmes plus vulnérables face au harcèlement. La Pr Catherine Ngila reste plus que jamais résolue à combattre les discriminations de genre. « *La science et l'innovation au meilleur niveau requièrent les talents des femmes autant que celui des hommes* », explique-t-elle. « *Nous avons besoin des compétences et des valeurs de chacune et de chacun pour créer des dynamiques plus équilibrées et inclusives, jusqu'au plus haut niveau de responsabilité.* »

En tant que directrice exécutive par intérim de l'Académie africaine des Sciences, et ancienne présidente de son groupe de travail sur l'éducation et le genre, la Pr Catherine Ngila souhaite influencer les prises de décision et les politiques en faveur des filles et des jeunes femmes en STEM (sciences, technologies, ingénierie, mathématiques). Elle rêve également de lever des fonds et de créer un laboratoire de pointe pour les chimistes analytiques les plus prometteuses. Lorsque les femmes scientifiques constitueront une « *masse critique* » dans les laboratoires, elles seront mieux capables de défendre leurs intérêts et de créer des réseaux de solidarité efficaces.

Elle considère que le Prix International L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science lui permettra de « *continuer à s'engager avec passion et résolution dans la recherche, mais aussi de (se) présenter comme modèle aux femmes et aux jeunes filles d'Afrique.* »

# Professeure Kyoko Nozaki



## CHIMIE

Professeure au Département d'Ingénierie  
de l'Université de Tokyo, Japon

La Pr Kyoko Nozaki est récompensée pour ses recherches pionnières et sa contribution majeure à la chimie synthétique. Ses travaux au plus haut niveau international ont permis d'élaborer des catalyseurs moléculaires pour développer de nouveaux types de synthèses organiques et de polymères. Cela a notamment facilité le développement de modes de production plus efficaces et durables, qui contribuent à augmenter la productivité de nombreuses entreprises tout en économisant de l'énergie et en réduisant leur volume de déchets. Les catalyseurs pour la polymérisation développés par la Pr Kyoko Nozaki favorisent notamment des avancées essentielles en termes de performance et de qualité écologique du polyéthylène et du polypropylène (PP), deux des plastiques les plus utilisés dans le monde. L'expertise unique de la Pr Kyoko Nozaki permet actuellement de développer un polypropylène polaire haute performance pour l'industrie automobile. Recyclable, il maximise aussi l'efficacité du carburant et peut être fabriqué sans ajout de produits chimiques lourds. La Pr Kyoko Nozaki a également réalisé des travaux fondateurs sur la synthèse des plastiques à partir de ressources renouvelables, notamment le dioxyde de carbone.

« Les immenses possibilités de la chimie nous permettent de créer de nouvelles substances, qui peuvent contribuer à changer le monde en faisant émerger de nouvelles technologies », explique-t-elle. « Quand j'ai utilisé le catalyseur développé pour la synthèse de médicaments dans la synthèse du plastique pour la première fois, j'ai été frappée par les possibilités d'application qui s'ouvraient dans de très nombreux domaines. »

Alors qu'elle était élève dans le secondaire, la Pr Kyoko Nozaki aimait particulièrement la physique, et le soutien de l'une de ses professeures l'a aidée à s'engager dans la voie scientifique. Toutefois, c'est en licence que ses premiers travaux de recherche ont véritablement scellé son amour pour la chimie.

« J'étais enchantée par l'idée que j'étais la toute première personne à réaliser ces expériences, à voir ces résultats », dit-elle. « Je prévoyais des expériences presque chaque jour à partir de mes propres hypothèses. C'était comme poser des questions à dame Nature sans relâche. Pendant un moment, elle me répondait constamment "Non, tu te trompes", mais elle me donnait parfois de petits indices et, par un beau jour d'automne, elle m'a répondu : "Oui, c'est exact !" Depuis ce moment, je n'ai plus quitté mon laboratoire car je ne peux simplement plus m'arrêter de poser des questions. »

Le rêve de la Pr Kyoko Nozaki serait de développer une sorte de « four à micro-ondes » dans lequel une formule préprogrammée permettrait de synthétiser des molécules organiques complexes comme le CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone), l'H<sub>2</sub>O (eau) ou le N<sub>2</sub> (diazote). Pas à pas, cela permettrait d'éliminer les déchets associés à l'élaboration de molécules organiques complexes. « Ce serait comme développer une architecture en LEGO® monumentale, mais en ne mélangeant que les pièces nécessaires et dans un seul sac », explique-t-elle.

Au fil de sa carrière, la Pr Kyoko Nozaki a bénéficié du soutien de chimistes extraordinairement innovants et engagés. Elle s'est inspirée de celles « qui ne font aucun compromis et mettent tout leur talent dans la recherche de la vérité ». Elle admire, par exemple, la Pr Yoshio Okamoto, qui a créé un nouveau champ de recherche désormais très présent dans l'industrie pharmaceutique : la synthèse asymétrique de polymères hélicoïdaux. « Son style et ses travaux inépuisables, de la recherche fondamentale à l'application pratique, sont particulièrement impressionnants », confie-t-elle. La Pr Reiko Kuroda et la Pr Maki Kawai, deux anciennes Lauréates du Prix International L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science, ont également été de précieux modèles pour la Pr Kyoko Nozaki tout au long de ses années d'études.

Sa détermination et ses travaux pionniers ont fait de la Pr Kyoko Nozaki la première et seule femme professeure au département d'ingénierie de l'Université de Tokyo et l'une des rares femmes professeures en sciences dans la région. Depuis sa prise de poste à Tokyo en 2002, son talent a été salué par de nombreuses distinctions internationales, notamment le Kuggie Vallee Distinguished Lecturer de la Fondation américaine Valle (2019) et le prix de la Société japonaise de chimie (2020). Elle espère que ses découvertes et ses publications inspireront de nouveaux travaux dans le monde académique et industriel.

La Pr Kyoko Nozaki se désole de la part encore proportionnellement très faible de femmes scientifiques à des postes de premier plan, surtout « si l'on considère leur compétence, leur adaptabilité et leur ouverture à de nouvelles idées ». Ouverture qui se nourrit de collaborations internationales, selon elle. « Quand j'ai commencé ma carrière, je pensais que le nombre de femmes allait augmenter naturellement, mais je réalise désormais que des efforts constants sont indispensables pour soutenir le changement ».

« C'est en partie une question de représentations intériorisées », explique-t-elle. « Au Japon, par exemple, le "Kawaii" – l'idée d'un tempérament docile et naïf – est très souvent considéré comme l'attribut le plus précieux chez une femme. Une femme qui ne serait pas "Kawaii" aura d'ailleurs des difficultés à exprimer sa personnalité. Avoir l'esprit de compétition ou être agressif est encore considéré comme "masculin" dans la plupart des cultures. »

Elle pense qu'il ne devrait pas y avoir de stéréotypes de genre, dans la société comme dans les sciences, et qu'il est « essentiel de donner de la visibilité aux femmes scientifiques » pour changer les mentalités.

« Je crois que tout le monde devrait pouvoir profiter des extraordinaires possibilités du monde des sciences, indépendamment de son genre », conclut-elle. « Profitez de la vie et profitez des sciences, voilà mon message ! »

<sup>1</sup> Une réaction chimique dans laquelle une ou plusieurs molécules s'agrègent pour en former de plus grosses.

# Professeure Shafi Goldwasser



## SCIENCES INFORMATIQUES

*Directrice du Simons Institute for the Theory of Computing,  
professeure de Génie électrique et de Sciences informatiques  
à l'Université de Californie Berkeley, professeure RSA Security inc.  
en Génie électrique et Sciences informatiques au Massachusetts Institute of Technology  
(MIT), États-Unis et professeure en Sciences informatiques et Mathématiques appliquées  
à l'Institut Weizmann, Israël*

La Pr Shafi Goldwasser est récompensée pour ses travaux pionniers en sciences informatiques théoriques et en cryptographie, un champ de recherche en plein essor qui s'intéresse aux innombrables manières de protéger des données numériques. Sa contribution exceptionnelle aux travaux sur la protection, l'authenticité et la confidentialité des informations numériques est d'autant plus cruciale que ces enjeux sont de plus en plus prégnants, tout comme la peur des cyberattaques.

La Pr Shafi Goldwasser a d'ailleurs établi une typologie complète des attaques possibles sur tous les types de codes et créé des codes aléatoires capables de les prévenir et de les combattre. Elle a également développé de nouveaux outils pour vérifier les propriétés de données sans les divulguer et conçu des méthodes de coopération entre structures concurrentes qui garantissent la protection de leurs données respectives. En plus de préserver l'anonymat et la vie privée, ou de prévenir des fraudes financières comme le blanchiment d'argent, les travaux de la Pr Shafi Goldwasser permettront également aux entreprises de bénéficier d'espaces informatiques sécurisés, d'encadrer l'apprentissage machine (*machine learning*) à partir de données personnelles, mais aussi de protéger les collaborations entre gouvernements et organisations internationales, notamment sur des questions sanitaires. L'importance de garantir la sécurité des parties prenantes à chaque stade de ces échanges est essentielle dans le contexte international actuel de lutte contre la Covid-19.

*« J'espère que mes recherches peuvent contribuer à améliorer nos sociétés et nos interactions en nous permettant de collaborer, de partager des données et des renseignements algorithmiques sans mettre en danger notre vie privée, dans tous les secteurs et au-delà des frontières »,* explique-t-elle. *« Les outils de communication numériques touchent à toutes nos activités : la finance ou les découvertes médicales, mais aussi le respect de nos droits et de nos vies privées. La cryptographie et la sécurité sont absolument essentielles. »*

Enfant, alors qu'elle vivait en Israël, la Pr Shafi Goldwasser voulait devenir autrice de fictions, mais elle s'est vite tournée vers les sciences, inspirée par le dynamisme et les encouragements de ses professeurs de physique et de mathématiques, et captivée par la démarche scientifique. Sa passion pour la cryptographie est née lorsqu'elle était étudiante en master. C'est en utilisant les bases de la théorie des nombres pour reproduire des paradigmes fondamentaux tels que la confidentialité, la simultanéité, l'imprédictibilité ou l'impartialité, challengés dans un environnement numérique, qu'elle s'est enthousiasmée pour cette discipline.

*« Je me souviens que mon directeur de thèse m'avait lancé le défi de déterminer, grâce à une modélisation*

*mathématique computationnelle, comment une compétition entre deux tricheurs pouvait se solder équitablement »,* se souvient-elle. *« L'idée que les mathématiques puissent retranscrire un scénario aussi simple et réaliste fut une révélation ! Cela m'a conduite à me demander comment les mêmes techniques pouvaient servir à développer des protocoles de sécurité en ligne. Le bonheur de résoudre des défis comme ceux-là a toujours été un moteur pour moi »,* continue-t-elle. *« Je suis attirée par la beauté d'un problème et ses qualités conceptuelles. L'une de mes découvertes importantes a été de réaliser que la rigueur d'un problème appelé la "résiduosités quadratique" pouvait permettre d'envoyer un bit de manière sécurisée, d'éviter qu'un cybercriminel le prédise avec une probabilité de plus de 50-50. »*

En 2021, la Pr Shafi Goldwasser a gagné le prix Turing – le prix international le plus prestigieux en sciences informatiques – devenant ainsi l'une des trois seules femmes à l'avoir jamais reçu. De nombreuses distinctions lui ont été décernées, notamment, à deux reprises, le prix Gödel (1993 et 2001). Elle est également membre de l'Académie américaine des Sciences. Les États-Unis et Israël, les deux pays dans lesquels elle a grandi, ont joué un rôle important dans sa carrière scientifique. La Pr Shafi Goldwasser reconnaît d'ailleurs volontiers la valeur de collaborations internationales et le plaisir qu'elle trouve dans l'échange et la solidarité entre collègues du monde entier.

En tant que femme scientifique, elle souligne combien il est parfois difficile, en début de carrière, d'être prise au sérieux et considérée sur un pied d'égalité, et ensuite d'être « écoutée et respectée » par tous. La Pr Shafi Goldwasser salue le talent et la ténacité des grandes femmes scientifiques de notre époque, mais aussi leur force pour surmonter le mépris ou les discriminations, leur capacité à se distinguer – par leurs intuitions, leur intégrité et leur esprit fédérateur – jusqu'à s'imposer au sommet de leurs disciplines.

En tant que chercheuse, mais aussi en tant que parent, elle pense qu'il est encore difficile de concilier vie privée et vie professionnelle, de gravir les échelons aussi rapidement que ses collègues masculins. *« J'ai eu la chance d'avoir le soutien de ma famille et de mes amis, mais les premières années de maternité peuvent entraîner un certain isolement pour les femmes scientifiques »,* explique-t-elle. *« Nous devons continuer à dénoncer ces iniquités dans toute la communauté scientifique pour promouvoir le changement sur la base de faits. Atteindre l'égalité des genres dans les sciences permettra aussi d'obtenir de meilleurs résultats, de meilleures équipes et de mieux éduquer nos enfants dans les générations à venir. »*

Au sujet de son Prix International L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science, elle conclut : *« Je suis si fière de faire partie d'un groupe de femmes qui changent le monde. »*



# Professeure Françoise Combes



## ASTROPHYSIQUE

Professeure au Collège de France - Chaire Galaxies  
et Cosmologie depuis 2014 et Astrophysicienne  
à l'Observatoire de Paris - PSL, France

La Pr Françoise Combes est récompensée pour sa contribution historique au champ de l'astrophysique, et plus spécialement pour son rôle déterminant dans la compréhension de la formation des étoiles et de l'évolution des galaxies. Ses découvertes pionnières en matière d'étude des galaxies vont de l'identification de nombreuses molécules de l'espace interstellaire à la détermination précise des étapes d'évolution galactique – en remontant jusqu'au « Big Bang ». Elle est notamment saluée pour ses travaux de pointe sur un acide aminé, la glycine, ainsi que sur l'oxygène moléculaire et sur la présence d'eau dans des galaxies très lointaines – condition nécessaire à la détection d'éventuelles formes de vie. Ses découvertes ont également été décisives pour démontrer que les trous noirs supermassifs ralentissaient la formation d'étoiles lorsqu'ils étaient au centre de galaxies.

« En astrophysique fondamentale, nos travaux aident à développer les connaissances sur l'Univers, à mieux comprendre les origines de l'humanité et à envisager la possibilité d'autres formes de vie », explique la Pr Françoise Combes. « La communauté scientifique développe des modèles inédits pour résoudre de nombreuses énigmes comme l'existence de matière et d'énergie noires. Ces réponses changeront même très certainement les lois fondamentales de l'Univers. »

La Pr Françoise Combes était encore adolescente lorsqu'elle a compris le pouvoir exceptionnel de la recherche scientifique sur nos vies. Dès lors, elle a su qu'elle voulait participer aux grandes découvertes à venir. Elle s'est émerveillée de l'hypothèse « controversée » de Nicolas Copernic, qui voulait que la Terre ne soit pas au centre de l'Univers, et des avancées médicales révolutionnaires de Louis Pasteur. Mais c'est le premier homme à marcher sur la Lune qui a le plus frappé son imagination : « J'étais très impressionnée par le programme Apollo et totalement fascinée devant le petit écran de télévision de ma grand-mère lorsque Neil Armstrong a fait ses premiers pas sur la Lune », se souvient-elle. « C'était comme un conte de fées de voir un astronaute dans sa combinaison, marcher et sauter sur la Lune, comme dans les aventures de Tintin ! »

Encouragée par son professeur de physique, elle a poursuivi ses études dans cette discipline, puis en astrophysique et cosmologie, à l'université. Elle a notamment eu la chance d'y être l'élève du grand Pr Evry Schatzman. Dès le début de sa carrière, la Pr Françoise Combes s'est fait un nom en découvrant des molécules de monoxyde de carbone dans la galaxie d'Andromède, à 2,2 millions d'années-lumière de la Terre.

Parmi les nombreux exploits de sa carrière scientifique, la Pr Françoise Combes se souvient de plusieurs découvertes fortuites : « Je me rappelle du moment exact où, en regardant dans le télescope, nous avons découvert des molécules en absorption en face d'un quasar lointain<sup>1</sup>. Cela a donné lieu à un long projet de recherche très fécond sur les raies d'absorption électromagnétiques », explique-t-elle. « Plus récemment, nous avons découvert le mécanisme qui fait spiraler le gaz interstellaire vers le centre d'une galaxie. »

En tant qu'astrophysicienne française, la Pr Françoise Combes a bénéficié du support de la recherche européenne de pointe et de matériels très sophistiqués, comme le gigantesque télescope optique de l'Observatoire européen austral, au Chili, ou les radiotélescopes à antennes millimétriques NOEMA et ALMA, situés respectivement en France et au Chili. Complétés par des télescopes dans l'espace, ces instruments terrestres ont fourni de très nombreuses données qu'elle a comparées avec des simulations conduites sur des ressources numériques de plus en plus nombreuses. Ses travaux ont eu des retombées considérables et lui ont valu de nombreux prix nationaux et internationaux. Elle est ainsi membre de l'Académie française des Sciences depuis 2004 et compte, parmi ses nombreuses distinctions, une médaille d'or du CNRS – l'un des prix scientifiques les plus prestigieux de France.

Au fil des années qui l'ont conduite au plus haut niveau de la recherche internationale, la Pr Françoise Combes a dû surmonter plus d'un défi pour concilier ses travaux scientifiques, ses charges d'enseignement et sa vie de famille, surtout lorsqu'elle devait voyager à l'étranger pour utiliser des télescopes. Selon elle, le « chemin long et incertain » à l'issue d'une thèse est aussi un obstacle à la progression des femmes dans les sciences. Marquées par ces doutes, les premières années de sa carrière lui ont demandé un courage et une ténacité sans faille, puisqu'elle a dû attendre 14 ans avant d'obtenir un premier poste permanent à l'Observatoire de Paris - PSL.

Pour inciter davantage de femmes à se lancer dans des carrières scientifiques, il faut d'abord combattre les stéréotypes et les préjugés chez les filles comme chez les garçons. « Les jeunes femmes doivent comprendre qu'elles peuvent devenir ce qu'elles veulent », insiste-t-elle.

« Les femmes scientifiques ont tant à offrir ! Elles apportent de la diversité, de l'originalité à un laboratoire et une culture du résultat, très opérationnelle », s'enthousiasme-t-elle. Les femmes scientifiques expérimentées peuvent également agir comme modèles pour les filles et les jeunes femmes, aider des scientifiques en devenir à développer leur confiance en elles.

Quels conseils donnerait la Pr Françoise Combes à une jeune chercheuse ? « Si tu sens qu'il s'agit de ta vocation et que la recherche te rend heureuse, tu ne dois jamais te décourager mais au contraire persévérer sans relâche. N'aie pas peur de reculer devant les obstacles, pour faire le point et réessayer avec un regard neuf. Les difficultés sembleront bien moins insurmontables. »

<sup>1</sup> Un noyau de galaxie lointaine, apparaissant comme une étoile très brillante.

# Professeure Alicia Dickenstein



## MATHÉMATIQUES

Professeure à l'Université de Buenos Aires, Argentine

À la pointe de l'innovation mathématique, la Pr Alicia Dickenstein est récompensée pour son recours à la géométrie algébrique dans la biologie moléculaire. Ses travaux permettent de déterminer les structures et les comportements des molécules et des cellules, y compris à l'échelle microscopique. En créant des liens inédits avec la physique et la chimie, la Pr Alicia Dickenstein se situe à mi-chemin entre la recherche fondamentale et les mathématiques appliquées. Mathématicienne passionnée par la collaboration avec des biologistes, elle développe une compréhension approfondie des réactions biochimiques et des réseaux enzymatiques. C'est d'ailleurs dans ce domaine que ses travaux ont eu le plus d'impact : déconstruire ces systèmes complexes permet de prédire comment la concentration d'éléments chimiques évolue au fil du temps dans les cellules. Cela pourrait, par exemple, aider à déterminer la concentration adéquate d'un médicament à administrer à un patient.

La Pr Alicia Dickenstein est spécialisée dans l'identification de modèles mathématiques computationnels pour aider les biologistes dans leurs recherches – des modèles qui peuvent être utilisés même sans connaître tous les paramètres qui régissent la vie d'une cellule. Elle a notamment mis au jour une structure mathématique récurrente dans de nombreuses voies de signalisation, qu'elle a appelée « système MESSI » (« Modifications of type Enzyme-Substrate or Swap with Intermediates ») – Modifications de type Enzyme-Substrat ou Échange avec des Intermédiaires. Cela lui a permis, ainsi qu'à ses collègues, de démontrer plusieurs théorèmes sur le déroulement de divers mécanismes biologiques.

De la même manière, ses travaux sur les discriminants – qui servent à décrire les singularités d'objets géométriques – ont des applications en modélisation géométrique pour détecter lorsqu'une surface a des zones spécifiques non lisses, avec des angles ou des points de rebroussement, et pour prédire par exemple les points spécifiques qu'un manipulateur de robot doit éviter au risque de cassures du matériau.

« Je crois que la science est une entreprise collective et je suis fière d'avoir établi de nouveaux liens entre les mathématiques et des applications scientifiques du quotidien, d'aider les chercheurs à faire de nouvelles découvertes dans plusieurs domaines », dit-elle. « Mon rêve est que la science nous permette de prévenir les maladies les plus douloureuses et de créer un monde dépollué. »

Professeure à l'Université de Buenos Aires, la Pr Alicia Dickenstein a également été élue membre de l'Académie des Sciences exactes, physiques et naturelles d'Argentine (2018) et de l'Académie nationale des Sciences de Buenos Aires (2020). Précédemment, elle a aussi été la seconde femme vice-présidente de l'Union mathématique internationale. Parmi ses nombreuses récompenses, elle a reçu le prix TWAS de mathématiques<sup>1</sup> en 2015. Elle a également écrit et supervisé la rédaction de nombreux ouvrages de mathématiques, notamment pour enfants.

La Pr Alicia Dickenstein a toujours aimé les mathématiques à l'école et se souvient du plaisir qu'elle avait à regarder des cellules au microscope. Désormais spécialiste des mathématiques appliquées à la biologie, elle a depuis parcouru un chemin exceptionnel. Tout cela a pourtant presque commencé par hasard : « Les mathématiques sont une discipline enthousiasmante et créative et j'y ai été amenée après un test d'orientation pour déterminer où aller à l'université », dit-elle. « Je n'avais pas idée que j'allais être vouée à une carrière dans les mathématiques, mais j'ai su que j'avais trouvé ma place dès que j'ai commencé mes études supérieures. »

Dans un secteur scientifique où il y a très peu de chercheuses, la Pr Alicia Dickenstein avance avec la certitude que les femmes peuvent faire ce qu'elles souhaitent – une conviction forgée de longue date, à l'école et dans sa famille. Elle est cependant consciente des obstacles auxquels les femmes scientifiques sont confrontées pour accéder aux mêmes opportunités que celles des hommes, et des discriminations de genre, parfois ténues mais non moins persistantes dans la société. « L'un des plus grands défis est de s'assurer que les chercheuses ne s'enferment pas dans les comportements sociaux qu'on attend des femmes », explique-t-elle. « Les choses changent et j'ai beaucoup d'espoir pour les prochaines générations. »

Parmi les signes annonciateurs de ce changement, elle remarque la reconnaissance accordée à des femmes au plus haut niveau scientifique, avec le prix Abel en mathématiques (2019) ou les derniers prix Nobel de physique et de chimie (2020). Il y a pourtant encore du chemin à parcourir pour atteindre l'égalité de genre dans les sciences. En 2020, les femmes ont aussi eu davantage de difficultés à concilier leur travail et la vie personnelle alors que la pandémie la Covid-19 entraînait la fermeture des crèches et des écoles.

Pour la Pr Alicia Dickenstein, les bienfaits de l'égalité de genre dans les sciences sont très clairs : « Si nous faisons l'hypothèse naturelle que le talent est distribué de manière égale, nous perdons énormément de potentiels s'il n'y a pas la parité », commente-t-elle. « Des points de vue variés enrichissent toujours la compréhension d'un sujet... Je recommanderais aux jeunes filles de suivre leurs passions et d'ignorer les stéréotypes conventionnels, les attentes sur ce qu'elles devraient faire en tant que femmes. »

Elle espère que le Prix International L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science continuera à inciter les jeunes filles à étudier les sciences en Argentine et dans le monde entier. « Je suis très honorée d'avoir été sélectionnée parmi tant de femmes scientifiques remarquables en Amérique latine », conclut-elle. « Mon chemin pour en arriver là a été semé d'embûches, mais aussi constamment illuminé par les découvertes et les merveilles inépuisables de la science. »

<sup>1</sup>Académie mondiale des Sciences pour l'avancement de la Science dans les pays en développement (TWAS).

*296 nominations de scientifiques  
de haut niveau*

**PROVENANT DE 66 PAYS**

Chaque dossier est évalué  
par 2 scientifiques experts  
du domaine de recherche  
de la candidate

*59 candidatures retenues*

**PROVENANT DE 28 PAYS**

Examinées par un Jury international  
12 éminents scientifiques

*Sélection des 5 Lauréates*

1 par grande région du monde



# Jury international 2021

L'ORÉAL-UNESCO  
POUR LES FEMMES ET LA SCIENCE

*Le Jury international, constitué de 12 éminents  
chercheurs issus des Sciences de la Matière,  
des Mathématiques et de l'Informatique, respecte une parité  
et une diversité disciplinaire et géographique.  
Chaque membre évalue les chercheuses nominées  
en présélection, avant de désigner ensemble  
les 5 Lauréates du Prix international.*

## *Professeur Artur Avila, PRÉSIDENT*

Professeur à l'Institut de mathématiques de l'Université de Zurich, SUISSE  
Chercheur de classe exceptionnelle, Institut de mathématiques pures et appliquées  
(*Instituto de Mathematica Pura e Aplicada, IMPA*), Rio de Janeiro, BRÉSIL

**Médaille Fields, 2014**

## *Professeure Silvia Torres-Peimbert*

Professeure à l'Institut d'astronomie de l'Université nationale autonome du Mexique, MEXIQUE  
**Lauréate L'Oréal-UNESCO, 2011**

## *Professeure Vivian Wing-Wah Yam*

Professeure Philip Wong Wilson Wong en chimie et en énergie. Professeure titulaire de la chaire de chimie, Département de chimie, Université d'Hong-Kong, CHINE  
**Lauréate L'Oréal-UNESCO, 2011**

## *Professeure Jehane Ragai*

Professeure émérite, Département de chimie, École des sciences et ingénierie, Université américaine du Caire, ÉGYPTÉ

## *Professeure Eugenia Kumacheva*

Chaire de recherche du Canada sur les matériaux polymères avancés, Département de chimie, Université de Toronto, CANADA  
**Lauréate L'Oréal-UNESCO, 2008**

## *Professeure Tebello Nyokong*

Directrice du Centre d'innovation en nanotechnologies DST/Mintek, Département de chimie, Université Rhodes, AFRIQUE DU SUD  
**Lauréate L'Oréal-UNESCO, 2009**

## *Docteur Frédéric Leroy*

Expert en chimie et physique analytique, ancien Directeur Prospective stratégique chez L'Oréal Recherche et Innovation, FRANCE

## *Professeur Fernando Quevedo*

Professeur de physique théorique à l'Université de Cambridge, Département de mathématiques appliquées et physique théorique (DAMTP), ROYAUME-UNI

## *Professeure Rajaa Cherkaoui El Moursli*

Membre résidente de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Membre de l'Académie mondiale des Sciences pour l'avancement de la Science dans les pays en développement (TWAS), Membre de l'Académie africaine des sciences, Professeure de physique nucléaire à la faculté des sciences, Université Mohammed V, MAROC  
**Lauréate L'Oréal-UNESCO, 2015**

## *Professeure Ingrid Daubechies*

Professeure James B. Duke en mathématiques et ingénierie électrique et informatique, Université Duke, Caroline du Nord, ÉTATS-UNIS  
**Lauréate L'Oréal-UNESCO, 2019**

## *Professeur Gil Kalai*

Professeur, École d'informatique *Efi Arazi*, Centre interdisciplinaire *Herzliya*, ISRAËL  
Professeur émérite *Henry et Manya Noskwith*, Institut Einstein des mathématiques, Université hébraïque de Jérusalem, ISRAËL

## *Professeur Alaa Salem*

Professeur au département des sciences de la Terre, Faculté des sciences, Université Kafr el-Cheik, ÉGYPTÉ

Toutes les ressources de l'édition 2021 du programme  
L'Oréal-UNESCO *Pour les Femmes et la Science* sont disponibles à l'adresse :  
[WWW.FONDATIONLOREAL.COM](http://WWW.FONDATIONLOREAL.COM)

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

 @4WOMENINSCIENCE  
#FORWOMENINSCIENCE  
#FWIS