

ESPCI  PARIS | PSL 

ÉCOLE D'INGÉNIEURS, CENTRE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION

DU 22 FÉVRIER
AU 15 AVRIL 2023

CASERNE NAPOLÉON,
RUE DE RIVOLI,
PARIS 4

EXPOSITION

FΣM
MΣS
DE SCIENCES



ESPCI PARIS | PSL

L'ESPCI Paris – PSL est une école d'ingénieurs généraliste qui forme, depuis 1882, des ingénieurs de rupture, adaptables et créatifs, dotés d'un solide bagage théorique et expérimental, conscients des enjeux de la société. Elle est intégrée à un centre de recherche reconnu internationalement en physique, chimie et biologie.

Cette publication a été réalisée dans le cadre de l'exposition « Femmes de sciences » proposée par l'ESPCI Paris – PSL. L'exposition des douze portraits de femmes de cette brochure est présentée sur les murs de la Caserne Napoléon, rue de Rivoli à Paris du 22 février au 15 avril 2023 sous le haut patronage de la Maire de Paris, Anne Hidalgo.

■ Coordination du projet :

Céline Ramondou,
Directrice de la communication,
ESPCI Paris – PSL

Audrey Le Dantec,
Directrice Adjointe de la communication,
ESPCI Paris – PSL

Kévin Lamothe,
Responsable de la communication scientifique,
ESPCI Paris – PSL

■ Photographe :

Nora Houguenade

■ Rédaction :

Marie Mougin

■ Conception graphique :

Marie Le Pennec

Nous remercions nos partenaires sans lesquels ce projet n'aurait pas vu le jour. En particulier, nos soutiens financiers : le Fonds ESPCI Paris et ESPCI Alumni, les associations : Femmes ingénieurs, Femmes & Sciences ainsi que la Ville de Paris.



l'occasion de ses 140 ans, l'ESPCI Paris – PSL a choisi de célébrer le rôle des femmes dans les sciences.

Fondée en 1882 sous l'égide de la ville de Paris, l'ESPCI a la particularité de mêler les sciences fondamentales et les sciences appliquées, et dispense un enseignement original et pluridisciplinaire en physique, chimie et biologie, avec une très grande importance accordée aux expériences

menées en laboratoires. Avec 6 Prix Nobel dans leurs rangs, les scientifiques de l'école sont aussi à l'origine d'inventions majeures, comme le néon, le sonar ou encore la boîte noire.

C'est aussi l'une des premières écoles d'ingénieurs à s'être ouverte aux femmes. Elle a notamment accueilli Marie Curie, et beaucoup d'autres femmes chercheuses, ingénieures, dont nous vous proposons ici un éventail.

Découvrez les portraits de 12 femmes de science, alumnae de l'ESPCI et leurs parcours inspirants.

Ces formats originaux sont implantés rue de Rivoli sur les murs de la caserne Napoléon jusqu'au 15 avril 2023, afin de ne pas oublier que la Science a tout à gagner à être plus accessible aux femmes. Actrices engagées aux carrières riches dans tous les secteurs, elles montrent que la science se conjugue au féminin.



RETROUVEZ
L'EXPOSITION
AU FORMAT
NUMÉRIQUE SUR :



www.femmesdesciences.fr

SOMMAIRE

Édito	06
Les partenaires	08
Nora HOUGUENADE : photographe de l'exposition	10
Femmes de sciences	12
Hélène LANGEVIN-JOLIOT	14
Jacqueline BLOCH	16
Amaëlle LANDAIS-ISRAËL	18
Ghid KARAM	20
Agnès PLAGNEUX-BERTRAND	22
Valérie WEIGEL	24
Pascaline HAYOUN	26
Alice CHOUGNET	28
Maïlys GRAU	30
Gaëlle BOUROUT	32
Haya HANNA	34
Isabelle GUYON	36

ÉDITO

Interview croisée de Marie-Christine Lemardeley, présidente de l'ESPCI Paris – PSL, adjointe à la Maire de Paris en charge de l'enseignement supérieur, de la recherche et de la vie étudiante, et Vincent Croquette, directeur général de l'ESPCI Paris – PSL

Marie-Christine Lemardeley, vous êtes la présidente de l'ESPCI Paris – PSL, Vincent Croquette, vous en êtes le directeur. Qu'est-ce que cette école représente pour vous ?

Marie-Christine Lemardeley : L'ESPCI est une école qui fait de la recherche fondamentale et qui est aussi très intéressée par les applications, mais sans pour autant que ce soit le but premier. L'esprit de cette école n'est pas de chercher d'abord une application, mais plutôt de se lancer dans la recherche fondamentale, en physique, en chimie, en biologie... et les applications viennent après. Par exemple, c'est à l'ESPCI qu'a été inventé le sonar, par Paul Langevin (qui fut élève, professeur puis directeur de l'école), qui a d'abord eu une utilisation militaire avant de se démocratiser. Le radium a été découvert à l'ESPCI par Marie et Pierre Curie, lors de travaux de recherche fondamentale, avant d'avoir ensuite des applications en médecine, avec la radiologie par exemple... Présider cette école est donc un grand bonheur pour moi, car c'est ici que la science se crée.

Vincent Croquette : Je dirige l'ESPCI, et j'en suis aussi diplômé. Le lien avec cette école est donc très particulier pour moi. D'abord, c'est à l'ESPCI que j'ai découvert une méthode d'enseignement scientifique participative, où l'élève-ingénieur est très actif. La moitié du temps des élèves est consacré aux travaux pratiques. Par la suite, nous incitons nos élèves-ingénieurs à continuer par une thèse.

Marie-Christine Lemardeley, vous êtes angliciste de formation, vous avez été présidente d'une université de sciences humaines auparavant, La Sorbonne Nouvelle, et vous êtes également adjointe à la Maire de Paris en charge de l'enseignement supérieur. Quel regard portez-vous sur les sciences dures ?

MCL : A mon sens, elles sont cruciales dans notre monde contemporain et l'ESPCI a un rôle très important à jouer car l'école a un fonctionnement très original :

elle fait fondamentalement confiance aux très jeunes chercheurs. C'est remarquable, comme le disait Vincent Croquette, car les étudiants ne sont pas du tout passifs, au contraire ils sont très actifs. Ces jeunes ont souvent des idées que l'on n'a pas. L'esprit de l'ESPCI est aussi beaucoup fondé sur cette idée de l'expérimentation qui mène à une réflexion. Et c'est peut-être là que je verrais la plus grande différence entre les sciences dures et les sciences humaines : en sciences humaines, on s'améliore souvent en vieillissant, alors qu'en sciences dures on est meilleur quand on est très jeune, car il y a moins d'inhibition. Ce n'est pas toujours le cas, les trois lauréats du Prix Nobel de Physique de cette année ont tous plus de 60 ans, mais si on donne carte blanche à des jeunes, ils peuvent faire avancer la science... J'y crois beaucoup et l'ESPCI, dans sa manière de fonctionner, y croit aussi.

Vincent Croquette, dans votre carrière de physicien vous avez évolué dans la recherche, l'enseignement, l'innovation... Vous êtes une bonne représentation de toutes les pistes que l'on peut explorer avec le diplôme d'ingénieur ?

VC : Mon parcours a été possible grâce à l'ESPCI et à sa formation fondée sur la recherche mais aussi très pratique. La recherche et la transmission du savoir par l'enseignement et l'innovation sont totalement connectées et se nourrissent l'une l'autre. Cette vision est défendue depuis la création de l'école, et c'est le message que nous portons aussi aujourd'hui avec l'Université PSL à laquelle nous appartenons. En matière de représentation, je pense que le panel de brillantes ingénieures qui témoignent dans cette exposition sera des plus parlants. Recherche en sciences du climat, engagement technologique, politique, R&D industrielles, droit..., le diplôme de l'ESPCI est une porte grande ouverte vers le monde.

Pourquoi avez-vous tenu à réaliser cette exposition ? Pourquoi est-il important pour vous de mettre en avant les femmes dans les sciences, encore aujourd'hui ?

VC : Je crois que l'ESPCI a toujours côtoyé la question des femmes dans les sciences. Marie Curie a fait sa thèse ici, elle n'a pas pu y faire ses études car le diplôme d'ingénieur n'était pas encore accessible aux femmes. L'école s'est pleinement ouverte aux femmes en 1917. La figure de Marie Curie a donc joué un très grand rôle, et quelques temps après sa fille, Irène Joliot-Curie est devenue en 1936 sous-secrétaire d'Etat à la Recherche scientifique. Cet héritage a, je crois, inspiré beaucoup de nos ingénieures même si aujourd'hui il y a encore trop peu de femmes dans les carrières scientifiques « dures ». Il y a des disparités entre les disciplines, mais ces proportions sont particulièrement faibles en physique, en informatique ou en mathématiques. Avec cette exposition, nous voulons mettre en lumière des femmes de science brillantes, dont la carrière inspirera, j'espère, les jeunes générations.

MCL : A la Mairie de Paris, nous cherchons beaucoup à promouvoir l'avenir des filles et nous sommes très actifs pour donner de la visibilité aux femmes en sciences, et plus largement, dans la recherche. C'est une chose à laquelle la Maire de Paris, Anne Hidalgo, tient beaucoup. Et cette exposition, mise en place par l'ESPCI, vise justement à donner des modèles féminins, des représentations de réussite féminines, pour lutter contre les stéréotypes. Nous savons qu'il est très difficile de lutter contre les stéréotypes et qu'il faut s'y prendre très tôt, dès la maternelle, voire au berceau...

Aujourd'hui est-ce que vous notez qu'il manque encore beaucoup de femmes dans les effectifs de l'école ?

VC : Effectivement nous souffrons encore des défauts de beaucoup d'écoles de sciences. A l'époque où j'étais moi-même étudiant, il y avait très peu de femmes dans l'école, elles représentaient peut-être 10% des effectifs, aujourd'hui elles représentent entre 35 et 40%. Les choses se sont donc améliorées mais ce n'est pas encore idéal.

Que peut-on faire pour contrer cela ? Comment peut-on encourager les filles à ne pas s'autocensurer et à aller vers les sciences ?

VC : Il faut accompagner les femmes dans les métiers scientifiques. Au sein de l'ESPCI, nous essayons de stimuler les promotions en interne et nous obligeons par exemple à avoir forcément des femmes dans les pôles de candidats et dans les jurys. Nous discutons des problèmes de biais de sélection... La première chose à faire est d'avoir conscience de tout cela et d'en discuter. Une perte de diversité en sciences s'observe dès le plus jeune âge. Nous multiplions donc les actions, en particulier à destination des lycéennes. Nous encourageons également la pratique, à travers les animations faites à l'Espace des Sciences Pierre-Gilles de Gennes, dont les équipes sont très sensibilisées à la question des biais de genre notamment. Comme l'explique l'Unesco, nous nous privons aujourd'hui de presque la moitié du potentiel mondial en sciences, alors que la Science n'a pas de genre ! C'est justement ce que cette exposition nous permet de voir, grâce à l'éventail des carrières empruntées par nos ingénieures.

MCL : On peut en effet donner de la visibilité aux femmes qui ont réussi, montrer des exemples, comme le fait cette exposition. À la Ville de Paris, nous sommes très engagés dans cette voie, nous avons donné des noms de femmes et de femmes scientifiques à de nombreux lieux parisiens. Edmée Chandon a été la première femme astronome française et la première française à obtenir un doctorat en sciences mathématiques en 1930, son nom a été donné à un square dans le 11^e arrondissement. Près de l'Observatoire de Paris, la rue Herschel, dans le 6^e, a été renommée et est devenue la rue Caroline et William Herschel, pour rendre hommage à la sœur de l'astronome, qui aidait son frère, nettoyait ses outils mais qui a aussi découvert de nouvelles comètes. Cela peut aussi susciter la curiosité des passants, des enfants, femmes ou hommes, filles ou garçons, leur donner envie de se renseigner, déclencher des idées... Il y a également l'initiative d'Elisabeth Bouchaud, une chercheuse de l'ESPCI, qui faisait du théâtre à côté et qui est aujourd'hui co-fondatrice du Théâtre de la Reine Blanche, dans le 18^e arrondissement. Elle a réalisé le rêve de sa vie en achetant un théâtre et y réalise aujourd'hui des pièces sur les femmes invisibles de la recherche scientifique. Il s'agit de la série "Flammes de sciences". Nous avons besoin de ce type d'initiatives, qui sont très intéressantes et qui permettent de rendre les femmes visibles.

Qu'est-ce que les parcours de ces femmes qui sont passées par l'ESPCI vous inspirent ?

MCL : Ce sont des femmes qui ont une très grande liberté et une très grande volonté d'inscrire la place des femmes dans le monde scientifique, mais aussi dans ces nouveaux lieux que sont les start-up par exemple, qui sont au départ des lieux assez masculins. Et justement elles ne sont absolument pas agressives dans leur démarche, elles sont déterminées, elles ne lâchent rien. Elles ont en quelque sorte repris le flambeau de ma génération, celle des années 1970, où nous avions tout à faire. Nous avons dû nous battre pour l'avortement (Loi Veil, 1975) et d'ailleurs il faut toujours se battre pour garder ce droit. Là où nous devons encore nous battre contre nos parents, je trouve que la génération actuelle n'a pas d'état d'âme pour revendiquer des choses. Certains messages sont passés entre ma génération et celle de maintenant, par exemple de nos jours beaucoup plus de femmes négocient leur salaire, ce qui était impossible pour la génération antérieure, mais il faut toujours soutenir ce mouvement. Ce n'est pas un mouvement naturel, il y a toujours des retours en arrière, ce n'est jamais gagné et c'est cela qui est assez éprouvant. L'égalité hommes-femmes n'est jamais acquise, et en politique c'est encore pire.

VC : Cette exposition met en avant une grande variété des profils, de la chercheuse académique à l'avocate, toujours en lien avec l'innovation ceci-dit... Je trouve également que l'on sent que ces femmes ont choisi leur voie et qu'elles ont tout fait pour s'accomplir en ce sens. Leurs carrières ne sont pas forcément linéaires, mais témoignent toutes de l'envie de s'investir et d'apporter quelque chose à un domaine. Je crois que c'est aussi une conséquence de la formation à l'ESPCI, cette capacité et cette envie d'apprendre toujours, de travailler dans une très grande variété de domaines, à différents échelons à partir du même socle initial !

LES PARTENAIRES

Fonds ESPCI Paris



L'enseignement et les avancées de la science sont des facteurs de progrès pour l'humanité. La place des femmes dans la science est encore trop faible.

Depuis sa création, le Fonds ESPCI Paris accompagne l'École dans son développement et contribue à renforcer l'excellence de ses enseignements à travers le soutien à de nombreux projets.

Afin de mettre en lumière des femmes scientifiques de l'ESPCI Paris, et d'expliquer les parcours individuels de chacune, le Fonds ESPCI Paris a souhaité soutenir l'exposition « Femmes de sciences » afin de sensibiliser le public par des parcours inspirants.

Une de nos missions, en tant que Fonds ESPCI Paris, est de renforcer l'attractivité de la science auprès des jeunes et en particulier auprès des jeunes filles pour leur faire découvrir les spécificités de l'École. L'ESPCI Paris, souvent surnommée l'École des prix Nobel, a une tradition ancienne d'ouverture aux femmes. Sur le plan

de la recherche, Marie Curie, qui a obtenu deux prix Nobel, a certainement suscité de nombreuses vocations en faisant sauter les stéréotypes de genre et en inspirant des générations de femmes scientifiques. Sur le plan de l'enseignement, l'ESPCI Paris a été pionnière pour accueillir des élèves ingénieures.

Les témoignages présentés éclairent le public, les parents, et contribueront, nous l'espérons, à donner confiance aux jeunes filles pour les aider à lever les obstacles de toute sorte et leur permettre de satisfaire leurs ambitions sans contraintes dans leur choix d'orientation.

Notre plus grande satisfaction serait de voir éclore, dans quelques années, des parcours aussi inspirants que les portraits que nous avons le plaisir de promouvoir aujourd'hui.

Jeunes filles, choisissez la science, vos aînées l'ont fait et s'y sont épanouies. Pour réussir, il faut tenter. Pour plus d'informations : www.fonds-espci-paris.org/

ESPCI Alumni

La préparation de cette exposition a fait naître une grande fierté au sein de la communauté des diplômés de l'ESPCI Paris – PSL – fierté de partager la même formation d'ingénieure et d'être inspirés par ces modèles, leurs personnalités, leurs parcours, leurs choix et leurs succès. L'ESPCI diplôme une centaine d'ingénieurs et d'ingénieures chaque année : c'est par leur valeur remarquable et leurs talents hors-du-commun que nos camarades assurent la visibilité de notre formation originale.

Notre formation transdisciplinaire donne aux élèves-ingénieurs les compétences, l'expérience et surtout l'envie de franchir les barrières qui entravent les découvertes et l'innovation : franchir les barrières entre disciplines scientifiques (physique/chimie/biologie), les barrières entre enseignement et recherche, et entre recherche et industrie. Explorer, c'est aussi évoluer et s'adapter : cette culture acquise à l'ESPCI facilite

l'ouverture et la mobilité professionnelle. Les femmes en général, et les femmes scientifiques en particulier, ont un savoir-faire affirmé pour cette démarche transversale et pour surmonter les obstacles, par appétence, par courage ou, hélas, par nécessité. Elles sont donc particulièrement aptes à repousser les limites qui brident l'innovation, et à inventer des solutions inédites pour relever des défis technologiques, à impact sociétal, notamment.

ESPCI Alumni est l'association des anciens élèves de l'ESPCI Paris – PSL. Fondée par la première promotion d'ingénieurs en 1885, elle rassemble la communauté des diplômées et des diplômés de l'École autour des valeurs d'entraide et de solidarité, de développement professionnel et de promotion de la formation originale de l'ESPCI, en enfin de convivialité et interactions intergénérationnelles. Le Conseil d'administration d'ESPCI Alumni compte 10 femmes parmi ses 24 membres. Plus d'informations : <https://espci.org/>



Femmes Ingénieures



Parce que nous avons la conviction que l'égalité réelle est source de richesse, nous valorisons les ingénieures pour inspirer notre société.

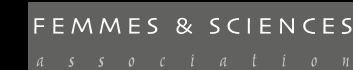
L'association Femmes Ingénieures organisée en délégations régionales, est reconnue d'intérêt général. Nos membres sont des personnes physiques femmes ou hommes, exerçant des activités d'ingénieurs et scientifiques et des personnes morales, associations & entreprises.

Forte de ses valeurs, Femmes Ingénieures :

- intervient dans le monde de l'éducation pour promouvoir les métiers d'ingénieurs,
- accompagne les ingénieures dans la valorisation de leur parcours,
- aide les entreprises à améliorer la mixité en leur sein et dans les conseils d'administration,
- assure le rôle de représentation des femmes ingénieures, au sein de la fédération des associations d'ingénieurs (IESF),

Grâce à cette expertise, FI est force de proposition auprès des pouvoirs publics pour plus de mixité et d'égalité, dans le monde du travail.

Femmes & Sciences



Fondée en 2000, l'association Femmes & Sciences regroupe à ce jour plus de 400 membres, femmes et hommes, pour la plupart scientifiques, et 24 personnes morales qui partagent ses objectifs :

- Promouvoir les femmes scientifiques
- Inciter les jeunes, et surtout les filles, à s'engager dans des carrières scientifiques
- Constituer un réseau d'entraide

Très active dans toute la France, elle est présente à l'international dont l'Europe via l'association EPWS.

Elle s'adresse à la fois au monde éducatif (enseignant-es, élèves, étudiant-es), à celui de la recherche et de l'enseignement supérieur, aux institutions scientifiques, aux réseaux de femmes, aux entreprises et à tout public, pour les sensibiliser aux inégalités de traitement femmes/hommes et aux stéréotypes encore largement présents.

Elle accompagne les jeunes femmes scientifiques dans leur carrière en s'appuyant sur le mentorat.



Nora HOUGUENADE

| Photographe de l'exposition



ée à Paris en 1989 d'une mère hispanomarocaine et d'un père français, la photographe Nora Houguenade a grandi avec une notion de pluri-culture et d'ouverture d'esprit.

Elle pratique d'abord la photographie pour la notion du souvenir ; puis le hobby devient une passion qui se transformera en métier. Après 3 années d'études à l'école EFET (Paris 12^e), elle obtient son diplôme de photographie en 2011.

Passionnée de danse, elle travaille beaucoup autour du corps et du mouvement. En parallèle, elle développe un réseau dans l'événementiel, le portrait, le reportage et le spectacle vivant, en collaborant avec des institutions tel que l'UNESCO, le Théâtre de la Ville, la Philharmonie de Paris.

"J'aime révéler le beau à travers les choses simples. Regarder plus loin, chercher le subtil et l'ancrer dans la matière. La photographie pour moi, c'est rencontrer et se rencontrer à travers l'autre, c'est créer un espace de confiance et de bienveillance pour oser se laisser regarder, c'est utiliser le mouvement pour capter des instants. C'est être curieux. C'est prolonger ma vision et ma sensibilité."

Installée au Pays-Basque depuis début 2022, elle continue son activité avec autant de passion, en étant plus proche de la nature.



FEM MES DE SCIENCES

14



Hélène
LANGEVIN-JOLIOT

26



Pascaline
HAYOUN

16



Jacqueline
BLOCH

28



Alice
CHOUGNET

18



Amaëlle
LANDAIS-ISRAËL

30



Maïlys
GRAU

20



Ghid
KARAM

32



Gaëlle
BOUROUT

22



Agnès
PLAGNEUX-BERTRAND

34



Haya
HANNA

24



Valérie
WEIGEL

36



Isabelle
GUYON

Hélène LANGEVIN-JOLIOT

Physicienne nucléaire et directrice de recherche honoraire au CNRS

Promotion 64 de l'ESPCI Paris-PSL

Hélène Langevin-Joliot est la petite-fille de Pierre et Marie Curie, la fille d'Irène et Frédéric Joliot-Curie et l'épouse, aujourd'hui veuve, de Michel Langevin, petit-fils du physicien Paul Langevin. Elle a reçu la physique nucléaire en héritage et la conception d'une science émancipatrice avant d'être utilitaire, conception qui fut celle des Curie et des Joliot-Curie. Elle est une citoyenne engagée, à travers ses prises de positions publiques et ses conférences, en particulier pour la paix et l'interdiction des armes nucléaires. Son long passé d'exercice de la recherche fondamentale fait d'elle un témoin privilégié et une excellente observatrice de l'évolution de la Recherche et des rapports entre sciences et société.

"Quand j'étais enfant, je voyais que beaucoup de mes camarades avaient des mères sans profession. Ce n'était pas le cas de ma mère, alors avoir une profession plus tard me paraissait une évidence." Hélène Langevin-Joliot se tourne assez naturellement vers la recherche et les sciences, d'autant que dans le foyer où elle grandit, le métier de chercheur n'apparaît pas comme quelque chose d'extraordinaire. Si elle avait dû choisir autre chose, elle aurait volontiers fait de l'Histoire, mais c'est donc dans les sciences qu'elle se lance. Et heureusement dit-elle, à cette époque, dans sa jeunesse – au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale – la médiatisation de Marie Curie n'avait pas atteint le niveau d'aujourd'hui. *"Marie Curie n'était pas encore devenue le drapeau que l'on brandit pour illustrer la place des femmes dans les sciences."* Elle pouvait donc se lancer dans la recherche sans trop sentir le poids des Prix Nobel qui l'a précédaient dans sa famille.

Hélène Langevin-Joliot étudie à l'ESPCI, où ses grands-parents Pierre et Marie Curie ont découvert le radium et où son père Frédéric Joliot fut élève. Une fois son diplôme en poche en 1948 et sortie majeure de sa promotion, elle est recrutée par le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). C'est au sein de cette noble institution qu'elle fait toute sa carrière de recherche en physique nucléaire expérimentale. Elle se souvient d'ailleurs que cette discipline était *"en plein développement et attirait beaucoup de jeunes chercheurs, mais les difficultés se sont accumulées jusqu'à la relance d'une politique de recherche au milieu des années 1950"*. En 1957 les laboratoires parisiens de physique nucléaire déménagent sur le campus d'Orsay où la construction d'accélérateurs modernes est lancée. Hélène Langevin-Joliot participe à la mise en place de ces nouveaux moyens et au lancement de l'un des principaux accélérateurs. Elle dirige ensuite la division de recherche nucléaire de l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay (IPN Orsay) de 1979 à 1983. Puis de 1981

à 1985, elle préside la Commission de physique nucléaire du CNRS. Directrice de recherche émérite après sa retraite, elle poursuit ses travaux tout en consacrant du temps à des questions telles que l'évolution de la recherche, la prise en compte du patrimoine scientifique et tout particulièrement la place des femmes dans la science.

Selon Hélène Langevin-Joliot, l'abandon de la structuration de la Recherche en trois volets : recherche fondamentale ou connaissances, recherche appliquée, et programmes technologiques, encore utilisée il y a quarante ans, est dommageable, même s'il faut s'adapter au temps présent... *"Ces trois volets n'impliquent ni les mêmes constantes de temps, ni les mêmes finalités. Ils ne peuvent pas être gérés de la même façon, quel que soit l'importance des rapports entre eux. La structuration en trois volets est remplacée aujourd'hui par le seul objectif d'innovation."* Alors que l'innovation est censée répondre aux exigences du marché, ce qui est donc bien loin du rôle émancipateur de la Recherche de connaissances nouvelles. *"Celle-ci est alors effacée et avec elle les vocations stimulées par la curiosité et par la conviction que les connaissances accumulées pourraient être librement utilisées, dans l'intérêt de tous, le moment venu."* Elle appelle donc à ne pas voir la science comme quelque chose d'utile, quelque chose qui doit servir... car pour elle cette vision est trop légère pour susciter des vocations.

Hélène Langevin-Joliot s'investit, sur le tard dit-elle et avec réticence, sur les quotas pour l'accès des femmes aux carrières scientifiques et leur égalité avec les hommes, car cela lui semblait couler de source... Elle note que les efforts déployés pour ces objectifs ont permis de faire avancer les choses pendant une trentaine d'années, mais observe aujourd'hui un recul, ou tout du moins un ralentissement. Pour elle, ce recul ou ce ralentissement tiendrait pour beaucoup *"à la conception étriquée de la recherche qui s'est imposée"*.

Devenant présidente de l'association L'Union Rationaliste de 2004 à 2012, Hélène Langevin-Joliot centre une partie de ses activités autour des objectifs de l'association : la défense de la laïcité, de l'esprit critique et du rôle primordial de la science, mais aussi le développement de la culture scientifique pour tous et de l'enseignement des sciences dès le plus jeune âge. Elle est par ailleurs très consciente que le progrès scientifique seul n'entraîne pas nécessairement le progrès social. Et l'une des choses qui la préoccupe le plus aujourd'hui est *"la confusion qui règne dans la société sur ce qu'est la science, ce qu'elle impose, ce qu'elle permet, à une époque où l'Humanité doit se mobiliser pour réduire les perspectives de réchauffement du climat et d'extinction de la biodiversité"*. Pour elle il faut garder à l'esprit que la science est une œuvre collective et que c'est l'avis qualifié des communautés scientifiques concernées qu'il faut rechercher.

Hélène Langevin-Joliot a la physique nucléaire en héritage et un long passé dans la recherche fondamentale, ce qui fait d'elle un témoin privilégié et une fine observatrice de l'évolution de la Recherche et des rapports entre sciences et société.

Jacqueline BLOCH

Directrice de recherche CNRS au Centre de nanosciences et de nanotechnologies, membre de l'Académie des sciences et professeure à Polytechnique et l'Université Paris-Saclay
Promotion 106 de l'ESPCI Paris-PSL



Née d'un père physicien, qu'elle a malheureusement très peu connu, et élevée par une mère très littéraire, Jacqueline Bloch évolue, enfant, dans un milieu scientifique avec un oncle et des amis de la famille, physiciens. Après sa classe préparatoire scientifique et parmi toutes les écoles d'ingénieurs, son intérêt se porte en priorité sur l'ESPCI car elle a la réputation d'être très orientée sur la recherche et les expériences – les travaux pratiques n'étant pas forcément aussi présents dans les autres écoles – et pour les liens privilégiés qu'elle tisse entre les élèves et les laboratoires scientifiques. *"On fait des travaux pratiques qui durent une semaine. Pendant 15h, on travaille en binôme, on apprend et on découvre par soi-même et cela m'a beaucoup marqué. Et aujourd'hui les étudiants qui sortent de l'ESPCI sont toujours très appréciés dans les laboratoires de recherche."*

À cette époque, Jacqueline Bloch sait déjà qu'elle veut s'orienter dans la recherche fondamentale. Elle a le déclic à l'ESPCI quand ses professeurs lui permettent de comprendre la physique de la matière condensée et l'optique. Deux champs de recherche dans lesquels elle travaille toujours actuellement, avec la physique quantique et la physique de la lumière, soit les interactions entre la lumière et la matière dans de petites cavités optiques. Une discipline dans laquelle elle se lance alors qu'elle n'en était alors qu'à ses prémices : *"c'est un domaine qui a émergé pendant ma thèse. J'essayais de modifier les propriétés de la lumière en les piégeant dans des petites structures, dans lesquelles il y a aussi des électrons, et j'ai eu la chance d'être envoyée dans une école scientifique d'été",* où étudiants et chercheurs se côtoient.

Devenue une experte internationale en optique quantique et non linéaire, Jacqueline Bloch est principalement connue pour ses découvertes dans l'étude de la physique des polaritons. *"Il s'agit de lumière que l'on va piéger dans une cavité. Au lieu de s'échapper, cette lumière va osciller très longtemps. À l'intérieur de cette cavité il n'y a pas de vide, mais un matériau solide, un semi-conducteur qui va absorber la lumière qui est en train d'osciller et va la transformer en excitation dans ce matériau. Le matériau va réémettre de la lumière, qui va de nouveau osciller entre les deux, être absorbée, réémise, osciller etc."* Une recherche qui permet de simuler la physique de la matière condensée, la physique quantique, la physique des électrons dans les matériaux,

la physique des trous noirs... *"On s'en sert comme d'un laboratoire expérimental pour explorer des phénomènes physiques très différents"*. Et même si ce n'en est pas le but, ce champ de recherche peut déboucher sur des applications en chemin, comme aider à la fabrication de nouveaux lasers par exemple.

Très sollicitée de par le monde académique, Jacqueline Bloch tient à rester proche de l'équipe qu'elle dirige au CNRS et à être présente au laboratoire. Récompensée à de multiples reprises : Médaille d'argent du CNRS, Prix Ampère de l'Électricité de France... Elle a même été élue à l'Académie des Sciences en 2019. Ceci dit, la récompense qui l'a le plus touchée est le Prix Jean-Ricard de Société française de physique, que son père Claude Bloch avait également obtenu.

En tant que femme dans le secteur de la recherche, Jacqueline Bloch ne connaît pas beaucoup de difficultés et voit même qu'un gros travail est fait pour ne pas invisibiliser les femmes dans les sciences : *"Il y a une grande volonté d'inclure des femmes dans les conférences, dans les comités de sélections... Nous sommes même un peu trop sollicitées parfois."*

Désireuse de transmettre et d'accompagner les étudiants, elle dirige des thèses à l'Université Paris-Saclay : *"C'est un processus d'éducation passionnant, c'est l'apprentissage de la rigueur, de l'analyse critique, de la curiosité de s'ouvrir à différents domaines scientifiques... C'est magique de pouvoir accompagner de jeunes scientifiques dans cette maturité."* Elle tient également à défendre le modèle de la recherche en France : *"il est très précieux, nous avons au CNRS des postes permanents pour de jeunes scientifiques, ce qui est très différent des pays anglo-saxons par exemple. Nous avons aussi cette tradition de travail en équipe : au CNRS je ne suis pas seule, nous sommes une vraie équipe de collaborateurs et travaillons dans la durée. C'est un modèle à préserver."* Mais s'il y a une chose qu'elle regrette c'est la baisse des financements, notamment le fait qu'ils soient de plus en plus tournés vers les sciences appliquées et de moins en moins vers la recherche fondamentale.



Avec une soif d'apprendre intarissable, Jacqueline Bloch s'est lancée dans le vaste et mystérieux champ de la recherche fondamentale en physique quantique.

Amaëlle LANDAIS-ISRAËL

**Glaciologue et paléoclimatologue, directrice de recherche CNRS
au Laboratoire de Sciences du Climat et de l'Environnement**
Promotion 116 de l'ESPCI Paris-PSL



Originaire d'une petite commune de province et surtout sans passer par la case "classe préparatoire", intégrer l'ESPCI n'a pas été une mince affaire pour elle, et pourtant... ! Au collège et au lycée, Amaëlle Landais-Israel s'ennuie un peu et commence alors à approfondir sa connaissance des sciences par elle-même, à travers des revues mais aussi et surtout dehors, au contact même de la nature. Lorsqu'elle choisit l'ESPCI c'est pour garder un enseignement généraliste et continuer à mêler la physique et la chimie. Sa spécialisation se précise après un stage auprès de Jean Jouzel, sur l'étude de la glace, à un moment important : le début du forage de carottes de glace sur la station Concordia en Antarctique, dont elle fait d'ailleurs les premières analyses. Depuis ce domaine ne la quitte plus. Avec son approche naturaliste des sciences elle présente une thèse dirigée par deux grands pontes du milieu, les paléoclimatologues Jean Jouzel et Valérie Masson-Delmotte et est toujours très impliquée dans la recherche fondamentale et les sciences du climat et de l'environnement.

Aujourd'hui, Amaëlle Landais-Israel développe des outils pour reconstruire différents paramètres climatiques, la productivité de la biosphère ou encore pour comprendre comment la glace piège des bulles d'air. Un travail dans lequel elle parvient encore à mêler physique et chimie : *"On est vraiment à la croisée des deux car les mécanismes climatiques relèvent plutôt de la physique et les analyses que je fais pour reconstruire ces mécanismes sont des mesures de chimie."* Elle part occasionnellement en expédition en Antarctique pour récupérer de nouvelles carottes de glace et faire des mesures de surface, mais la majeure partie de son travail se déroule en France, dans son laboratoire, où elle participe à la construction scientifique des prochaines expéditions et où elle se sent le plus en action : à mesurer, acquérir des données, faire des manipulations, développer de nouveaux instruments...

Au fil de ses travaux, elle parvient à remonter dans l'histoire du climat afin de comprendre les mécanismes climatiques. *"La période des derniers 800 000 ans est importante car la Terre est la même que la Terre actuelle. Les variations climatiques sur ces périodes-là sont assez importantes et extrêmement rapides donc si on comprend bien ces changements climatiques on peut tester, à partir des modèles de ces variations climatiques extrêmes, les prédictions qu'on a pour le futur,*

notamment celles du GIEC." Pour se faire, les carottes de glace sont les seules archives que nous ayons car elles seules ont pu piéger l'atmosphère du passé dans de petites bulles d'air.

Fort de tout cela, Amaëlle Landais-Israel voit le réchauffement climatique en action : il devient par exemple plus difficile aux avions des équipes de recherche d'atterrir en Antarctique car il y a moins de banquise et elle est plus fine, ou encore de grosses masses d'air chaud et humide arrivent sur le continent, ce qui n'était pas le cas il y a quelques années. Et au Groenland, depuis 2012 *"il y a des périodes où toute la surface fond de quelques millimètres seulement mais partout, et ce n'était pas arrivé depuis 125 000 ans. On sort donc complètement de la variabilité naturelle du climat."*

Amaëlle Landais-Israel a remporté de nombreuses distinctions scientifiques : Médaille de bronze du CNRS, Prix d'excellence scientifique de la Fondation France-Israel, Prix Etienne-Roth du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, plus récemment le Prix de l'Académie des Sciences en octobre 2022, mais celui dont elle est le plus fière est le prix du mentorat que lui ont décerné les étudiants qu'elle accueille et encadre dans son laboratoire. C'est d'ailleurs dans cette nouvelle génération qu'elle voit une vraie conscience environnementale apparaître : *"Il y a 10-15 ans les étudiants venaient pour l'aventure polaire, aujourd'hui ils viennent plus par conscience environnementale, ils veulent comprendre le changement climatique et essayer de contribuer à freiner cela."*



Elle fait partie de celles et ceux qui étudient le réchauffement de la planète, Amaëlle Landais-Israel remonte dans l'histoire du climat pour étudier les bouleversements à venir.



Ghid KARAM

Doctorante au Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain à l'Université Paris Cité
Promotion 133 de l'ESPCI Paris-PSL

Née au Liban, Ghid Karam grandit dans un environnement intellectuel et scientifique et sait assez tôt qu'elle veut devenir soit scientifique soit archéologue. Lorsqu'elle obtient une bourse d'excellence pour venir étudier en France, elle en profite pour faire une classe préparatoire scientifique dans l'espoir d'intégrer une école d'ingénieur généraliste qui lui permettrait de ne se fermer aucune porte. L'ESPCI la convainc autant pour la pluridisciplinarité scientifique de l'école, que pour toutes les coopérations que l'ESPCI tisse avec d'autres établissements, soit autant de passerelles qui lui permettraient de s'ouvrir à d'autres disciplines, qu'elles soient des sciences naturelles ou humaines et sociales.

Très inspirée par les figures scientifiques féminines et les figures féminines fortes en général, Ghid Karam est très marquée par le parcours de Marie Curie, qui a travaillé à l'ESPCI. *"On ne parle pas assez de son génie, alors que c'est l'une des rares personnes, femmes et hommes confondus, à avoir obtenu deux Prix Nobel dans deux disciplines différentes. C'est très impressionnant. Elle est l'incarnation d'une personne touche à tout."* Et d'autres figures encore comme Hedy Lamarr, actrice et scientifique en télécommunications, qui a posé les bases de l'invention de la wifi moderne.

En entrant dans cette école, celle qui a grandi dans un pays où la vie était rythmée par les coupures d'électricité quotidiennes, a dans l'idée de faire d'améliorer les technologies photovoltaïques pour sortir le Liban de la crise énergétique et de la dépendance aux énergies fossiles. Même si désormais ses objectifs ne sont plus les mêmes, elle garde une constante : un fort intérêt pour les questions liées au développement, aux inégalités et à l'écologie. Au sein de l'ESPCI elle commence à s'intéresser de manière plus globale aux questions d'articulation entre la technique, les sciences et les choix politiques et fait sa 4^e année d'étude, en application à Mines Paris en "Affaires publiques et innovation".

Aujourd'hui elle a rejoint le Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain, de l'Université Paris-Cité – créé il y a une douzaine d'années dans le but de décloisonner les savoirs – où elle termine sa thèse et y côtoie physiciens, historiens, chimistes, sociologues, biologistes, économistes... *"L'idée c'est de penser et réfléchir aux défis de transition énergétique et de résilience de la société. Voir un phénomène selon le prisme de chaque science permet de le décomplexifier ou au contraire d'en montrer la complexité. Par exemple, beaucoup de questions ne*

peuvent pas être uniquement résolues par la technologie et les voir de manière interdisciplinaire et pluridisciplinaire permet de mieux penser les problèmes et de mieux penser les solutions."

Au sein de ce laboratoire, Ghid Karam travaille donc sur les grands enjeux environnementaux du moment, un défi qui lui plaît. *"J'ai toujours voulu travailler dans l'environnement car ses enjeux ne relèvent justement pas d'une seule discipline, mais je voulais avant tout pouvoir y répondre avec des outils scientifiques, une démarche cartésienne."* Ses travaux portent actuellement sur la création d'îlots de fraîcheurs urbains. Paris est la ville d'Europe qui a le moins d'espaces verts à cause de la pression immobilière, et selon Météo France et le rapport du GIEC, d'ici 2100 la capitale devrait connaître 10 à 25 jours caniculaires par an. Il est alors urgent de trouver des stratégies de rafraîchissements et d'adaptation. Ghid Karam travaille en particulier sur la rénovation de cours d'écoles, qui pourraient devenir des refuges pour les riverains lors des grandes vagues de chaleur, dans le cadre du projet OASIS de la Ville de Paris. De la physique appliquée à l'urbanisme, puisqu'elle doit établir des méthodologies de mesure et d'évaluation des stratégies de rafraîchissement. Par exemple : étudier comment différents matériaux évoluent face à des variations thermiques, déterminer ceux qui pourraient aggraver le stress thermique, et par extension la vulnérabilité des populations lors des fortes chaleurs, mais aussi cartographier quels endroits auraient besoin d'être rafraîchis en priorité. *"Lors de la canicule de référence, en 2003, il y a eu une augmentation de 190 % de la mortalité à Paris, lors du mois d'août. Et cela a révélé des vulnérabilités, pas seulement en matière de facteurs d'âge mais aussi de revenus, des facteurs socio-économiques."*

Ghid Karam veut avant tout travailler pour réduire les inégalités de population notamment en matière d'accès au développement et répondre à l'urgence climatique et elle se voit beaucoup mieux le faire aux côtés de collectivités, que dans un laboratoire par exemple. Très fortement marquée par le livre *Comment l'université broie les jeunes chercheurs* de la doctorante en neurobiologie Adèle B. Combes, Ghid Karam regrette l'état de la recherche académique en France, qui souffre de difficultés et d'un grand manque de moyens. Tout comme elle se désole de voir que de plus en plus chercheurs qui se mobilisent contre l'inaction face au réchauffement climatique, comme Scientifiques en rébellion, se fassent emprisonner [en Allemagne]. *"Nous avons créé beaucoup de connaissances, aujourd'hui les réponses et les outils nous les avons mais encore faut-il les mettre en action. Je ne pense pas qu'il faille essayer de chiffrer les impacts. Le temps est à l'action."*

Doctorante, Ghid Karam incarne cette nouvelle génération qui veut prendre à bras le corps les défis écologiques d'aujourd'hui et de demain.

Agnès PLAGNEUX-BERTRAND

**Maire adjointe de Toulouse et vice-présidente de Toulouse Métropole,
en charge de l'Industrie**

Promotion 99 de l'ESPCI Paris-PSL

Elle a tout d'abord pensé à faire médecine, ayant elle-même grandi dans une famille tournée vers la santé, mais c'est finalement vers les sciences qu'elle se dirige, avec l'envie de faire des études efficaces, valorisables plus rapidement. Grande passionnée des mathématiques et de la physique, Agnès Plagneux-Bertrand veut toutefois continuer à faire de la chimie, car elle y voit un moyen de créer des ponts avec les biotechnologies et les matières vivantes. Elle se tourne alors vers l'enseignement pluridisciplinaire de l'ESPCI. *"Quand on voulait viser une école de haut niveau, avec de la chimie, il n'y avait que celle-ci."*

Etudiante à l'ESPCI du temps où Pierre-Gilles de Gennes est directeur, elle se souvient très bien de sa figure très présente dans l'école et des grands préceptes qu'il a inculqués aux étudiants, et qui l'ont suivie durant toute sa carrière professionnelle : *"Il faut toujours douter. Surtout fuyez les certitudes, car on se leurre. Soyez habité par le doute car il va éveiller la curiosité, va vous permettre d'être plus rigoureux..."* Après son diplôme, Agnès Plagneux-Bertrand se dirige vers les sciences appliquées et fait de la chimie et de la photolithographie au sein de la société américaine IBM spécialisée dans l'informatique, notamment à la fabrication de semi-conducteurs. Puis elle entame un premier virage au sein de la centrale d'achat d'IBM qui achète les semi-conducteurs, où cette fois-ci elle est chargée de qualifier les fournisseurs.

En tant que femme dans les sciences et plus particulièrement dans l'industrie, Agnès Plagneux-Bertrand connaît des petites réflexions et injustices ou encore *"des entretiens d'embauche où le recruteur affirmait clairement ne pas vouloir embaucher de femme..."* mais elle n'en fait pas de cas car à l'époque, dans les années 1980, c'est pratiquement commun et les femmes sont habituées à être traitées ainsi. Mais elle voit également les choses évoluer : *"l'industrie commençait à avoir des quotas et les femmes ingénieures étaient plutôt bien perçues car les entreprises avaient besoin de féminiser leurs équipes."*

La carrière d'Agnès Plagneux-Bertrand est ensuite faite d'allers et retours entre les pouvoirs publics et l'industrie. Elle travaille au service du développement économique et de l'enseignement supérieur de la région Aquitaine. Là, au contact avec les grands groupes et les PME, son passé d'ingénieure dans l'industrie lui permet de discuter en toute connaissance de cause et de construire

des relations de confiance. Mais au bout de quelques années, elle a ce désir de retourner dans l'industrie et plus particulièrement dans l'aéronautique, et intègre le pôle de compétitivité Aerospace Valley, puis Airbus à la direction de la recherche, où elle travaille notamment sur le développement de l'avion électrique. Aujourd'hui Agnès Plagneux-Bertrand est de retour dans les pouvoirs publics et a rejoint le maire de Toulouse pour s'occuper de l'activité économique, aéronautique et spatiale, et de la santé.

Consciente des enjeux écologiques et des besoins de décarboner nos activités, Agnès Plagneux-Bertrand tient toutefois à ce que l'Europe ne diminue pas sa production aéronautique et soit justement l'instigatrice de cette transition. L'organisation du monde actuel ne pourra plus se passer totalement de l'avion, il faut donc *"garder la main sur sa décarbonisation, encourager les constructeurs européens à aller de l'avant et à faire des ruptures technologiques pour aller vers l'avion décarboné... Il faut aller vers l'avion décarboné mais tactiquement il ne faut surtout pas que cela se passe en dehors de chez nous, il faut garder cette activité, que ce ressourcement technologiquement ait lieu sur nos terres européennes. La situation environnementale nous oblige à agir aujourd'hui, c'est une contrainte mais c'est également une réelle opportunité."*

Un parcours varié, fait d'allers et retours entre l'industrie et le public, la théorie et la pratique, à l'image de l'ESPCI. *"Cette formation scientifique couvre presque tous les domaines, avec de la théorie et aussi beaucoup de travaux pratiques, qui donne donc un socle très solide. J'ai l'impression que dans n'importe quel domaine je peux me raccrocher à des choses que je comprends, qui m'ont été enseignées. Une fois qu'on a ce genre de formation on est en capacité d'apprendre un peu tout, on est très adaptable. On peut changer plusieurs fois de métier, c'est une vraie chance."*

Après avoir été ingénieure en électronique puis travaillé dans l'aérospatial, Agnès Plagneux Bertrand investit désormais le champ de la société civile.

Valérie WEIGEL

**Directrice technique Europe pour Sibanye-Stillwater,
spécialisée dans la métallurgie extractive**
Promotion 107 de l'ESPCI Paris-PSL

Elle grandit avec comme modèle un père ingénieur qui, d'origine autrichienne, suit des cours du soir pendant des années pour obtenir son diplôme. A l'école, les sciences deviennent très vite une évidence pour elle et quand il faut choisir une grande école d'ingénieur, Valérie Weigel vise l'ESPCI qui lui semble la plus inspirante. *"Je voulais faire de la chimie mais j'aimais l'idée que cette école me permette encore de changer d'avis, qu'elle donne une formation technique poussée assez large, je trouvais bien en tant qu'élève-ingénieure de ne pas être déjà trop spécialisée."* Et elle a bien fait car finalement ce n'est pas en chimie mais en métallurgie extractive qu'elle poursuit son parcours, soit l'industrie qui permet de passer d'une ressource naturelle, d'un minerai, à un métal.

A la sortie de l'ESPCI, Valérie Weigel a cette volonté de trouver des solutions à des problèmes concrets, d'avoir une application pour sa recherche et ses travaux, et se lance donc dans le vaste domaine des sciences appliquées et de l'industrie. *"J'ai toujours été animée par le fait d'utiliser mes compétences techniques pour réaliser quelque chose de concret et servir l'industrie."* Elle travaille au sein d'un centre de recherche spécialisé dans l'industrie minière et métallurgique, avant de partir travailler en Allemagne au sein d'une usine de production spécialisée dans la transformation et valorisation de métaux non ferreux. De par ses expériences dans l'industrie en France et en Allemagne, elle note des différences culturelles dans la manière de travailler et les différentes approches : *"En Allemagne il y a moins de lutte des classes. Chaque employé est très bien formé et est en général, peu importe son travail, fier de ce qu'il fait. Les rapports sont plus aisés, ce qui n'empêche pas pour autant les revendications, mais l'ingénieur n'est pas forcément un ennemi. Alors qu'en France les relations peuvent parfois être compliquées entre les ingénieurs, les agents de maîtrise et les ouvriers."*

Par la suite, Valérie Weigel devient directrice d'un projet de construction d'une usine sur le recyclage de batteries de véhicules électriques. Elle vient tout juste d'accepter un tout nouveau poste et de devenir directrice technique chez Sibanye-Stillwater, une entreprise qui cherche à se développer en Europe, dans les métaux de la transition énergétique. Un rôle plus managérial, car elle doit désormais gérer des équipes, s'assurer de la pertinence des choix de l'entreprise, de la performance des sites, du respect des normes pour les activités recyclage et

de production de lithium, de nickel, cobalt... ; mais aussi mener des évaluations techniques sur les potentielles acquisitions du groupe.

A l'heure où la demande et la vente de voitures électriques explose, savoir recycler les batteries électriques en Europe devient un enjeu de taille. D'autant plus que selon Valérie Weigel, *"nous n'avons pas suffisamment de production en nickel, lithium, cobalt... [métaux qui entrent dans la composition des batteries] Il faut donc recycler ce qui existe déjà."* L'industrie du recyclage des batteries électroniques commence par traiter les rebuts de production des usines de fabrication de batteries mais selon Valérie Weigel dans une dizaine d'années il y aura une très grande quantité de batteries usagées à recycler.

Un recyclage complexe car s'il y a beaucoup de matériaux différents dans une batterie, chacun demande à être recyclé d'une manière bien spécifique, et à être envoyé dans une usine spécialiste de cette matière, pour être transformé afin d'être réutilisé et réintroduit dans une usine de production de batterie ou de tout autre chose. Et si certaines matières, comme le plastique, peuvent être recyclées un nombre limité de fois, *"les métaux sont les seuls à être recyclables à 100% sans perte et à l'infini. Et ils sont une denrée si précieuse et chère que l'intérêt est de les réutiliser pour refaire des batteries."*

Sur ces dix dernières années Valérie Weigel a vu les usines s'emparer progressivement des questions écologiques et les réglementations européennes et plus locales se renforcer, pour réduire l'impact des industries sur l'environnement. Et depuis, elle estime que 50% de son travail de directrice technique consiste à vérifier que chaque entité respecte bien les consignes environnementales. Elle voit également les projecteurs se tourner sur les matières premières et de plus en plus de chercheurs et d'ingénieurs arriver, alors que ce champ avait progressivement été abandonné. *"En Allemagne certaines chaires d'université en métallurgie avaient même failli fermer, passant de 60 à 10 élèves... Aujourd'hui la situation s'est retournée, mais en France nous manquons encore grandement de cursus ou de laboratoires tournés vers la métallurgie."*

Partie dans l'industrie des métaux non ferreux depuis des années, Valérie Weigel voit son secteur prendre le tournant environnemental et devenir acteur de la transition énergétique.



Pascaline HAYOUN

**Directrice de la stratégie monde au sein de Saint-Gobain,
le leader de la construction durable**

Promotion 128 de l'ESPCI Paris-PSL

D'origine modeste, Pascaline Hayoun se découvre un intérêt pour les sciences en grandissant, au fil des après-midis passés avec ses frères au Palais de la Découverte. En classe préparatoire scientifique, elle réalise qu'elle aime avant tout la chimie et envisage alors de travailler pour les biotechnologies, les cosmétiques ou la chimie pharmaceutique. L'ESPCI apparaît donc comme une parfaite combinaison de chimie, de biologie et de physique, elle tente le concours sans forcément y croire mais elle est acceptée ! C'est ensuite la science des matériaux qui l'emporte, pour son mélange de physique et de chimie : elle obtient sa thèse de doctorat en physique des liquides et matière molle, soit le comportement des liquides et leurs interactions avec d'autres matériaux, une thèse industrielle financée par le groupe Saint-Gobain spécialisé dans la construction durable, qui la recrute par la suite.

Pascaline Hayoun se dirige vers l'industrie pour travailler sur des problématiques concrètes et mener des travaux de recherche avec des échelles de temps courtes et un rapport direct avec la vie de tous les jours. Quelques années plus tard, alors qu'elle travaille en Recherche & Développement au sein du groupe Saint-Gobain aux Etats-Unis, Pascaline Hayoun ajoute à sa formation d'ingénieure, un diplôme d'une école de commerce américaine (executive MBA) pour aller vers des fonctions plus généralistes de management. Aujourd'hui son travail est plus éloigné des sciences, puisqu'elle est directrice de la stratégie au sein d'une division de Saint-Gobain. *"Je dois déterminer où l'entreprise doit aller pour survivre, se développer, croître et innover. Il faut donc identifier les marchés porteurs et s'assurer que nous ayons les bonnes compétences pour innover sur ces marchés-là et définir une feuille de route. L'autre aspect est la croissance inorganique, soit la fusion-acquisition : regarder en externe où sont les innovations, réfléchir à des géographies où nous ne sommes pas présents, approcher des entreprises pour les racheter, surveiller l'écosystème des start-ups pour conclure des partenariats ou investissements avec elles..."* Un travail qui mêle donc expertise technique et analyse concurrentielle et financière. *"Je dois être en mesure d'aller dans le détail et de comprendre ce que font les équipes d'ingénieurs, mais aussi d'avoir une vue de cohérence globale, pourquoi est-ce qu'on fait cela etc."*

Et depuis quelque temps, Pascaline Hayoun voit la demande des clients de Saint-Gobain évoluer. Elle a comme mission d'intégrer le développement durable dans la feuille de route stratégique et est désormais

amenée à réfléchir à de l'éco-innovation, des solutions d'innovation plus durables, par exemple avec des matières biosourcées ou recyclées, et est également en charge des programmes sur les matériaux de Saint-Gobain pour la voiture électrique.

Lauréate du Prix jeune talent L'Oréal-Unesco pour les Femmes et la Science (2016) et ambassadrice de la Fondation L'Oréal, elle s'engage fortement pour les femmes qui sont minoritaires dans les sciences et l'industrie. Elle-même reconnaît avoir eu quelques difficultés au début, étant une femme et jeune : *"on ne me prenait pas toujours au sérieux à première vue. Les choses évoluent dans le bon sens, chez Saint-Gobain par exemple il y a de plus en plus de diversité en Recherche & Développement mais le problème reste encore sur les postes à hautes responsabilités, où les femmes sont encore très peu présentes."* Elle a d'ailleurs co-fondé un réseau au sein de Saint-Gobain pour promouvoir l'égalité professionnelle et la mixité, et promouvoir les métiers techniques, notamment auprès des jeunes filles : le réseau WIN Ile-de-France. Avec le soutien d'autres collègues, elle y organise des échanges et ateliers en interne sur ces questions et s'adresse aussi à l'extérieur en organisant par exemple des journées en entreprise pour des jeunes filles de milieux défavorisés. Un réseau qu'elle veut mixte car *"pour réussir cette diversité nous avons besoin des hommes, il est essentiel que tout le monde prenne conscience de la nécessité de soutenir les carrières des femmes et d'aller vers l'équilibre dans toutes les équipes pour favoriser l'innovation et la créativité."* Elle est convaincue qu'il reste encore beaucoup de choses à faire, notamment pour accompagner les filles vers les sciences : *"Tout se passe dans l'orientation scolaire, dès le plus jeune âge... Il y a une censure qui se fait assez tôt et il revient aux professeurs et aux parents d'encourager les filles à persévérer en sciences, ne pas simplement leur dire que ce n'est pas grave si elles ne sont pas bonnes en mathématiques, que ce n'est pas pour elles, qu'elles seront bonnes en lettres..."*

Très impliquée dans la vie de l'école du temps de ses études, participant à de nombreux clubs, compétitions sportives, forums... Pascaline Hayoun l'est toujours aujourd'hui en tant que vice-présidente du conseil d'administration de l'association des anciens élèves (ESPCI Alumni). Outre l'excellence scientifique, elle retient également de cette école une grande rigueur *"à la fois technique mais aussi dans le management de projets. Il y a beaucoup de travaux pratiques et de rapports à faire, on acquiert donc de la méthodologie et une rigueur à l'écrit, en matière d'analyse et de synthèse."*

Désireuse d'utiliser ses connaissances pour répondre à des problématiques concrètes, Pascaline Hayoun a tracé sa voie dans les sciences appliquées à l'international et est maintenant l'un des profils les plus jeunes à être à la direction de la stratégie au sein d'un grand groupe industriel.

Alice CHOUGNET

Co-fondatrice et dirigeante de Geosophy, start-up spécialisée dans la géo-énergie

Promotion 118 de l'ESPCI Paris-PSL

Alice Chougnnet grandit dans un environnement scientifique tourné vers la recherche fondamentale. La recherche devient véritablement une évidence quand sa tante, chimiste, l'invite à passer une journée dans son laboratoire. Elle intègre l'ESPCI, qui a un impact majeur dans sa carrière puisque le directeur en est Pierre-Gilles de Gennes. Elle se souvient qu'il voulait *"former des ingénieurs de recherche, avec un enseignement pratique et théorique dans différents domaines. C'est extrêmement important car même si on finit tous par se spécialiser, il voulait qu'on soit capable de continuer à parler de tout, qu'on ait un bon niveau en physique, en chimie et en biologie. Par exemple, on devait regarder, en petit groupe, des articles de recherche de pointe dans différents domaines. Cela m'a rendue à l'aise avec l'idée de changer de domaine, de ne pas être spécialiste de quelque chose mais d'être quand même capable de parler avec des spécialistes de la question"*

Une plasticité d'esprit qui lui sert ensuite dans sa carrière puisque, devenant ingénieure dans l'industrie pétrolière, au sein du groupe Schlumberger, elle est amenée à changer plusieurs fois de domaines et de façon drastique. Elle est par exemple envoyée au cœur des opérations de forage, sur le terrain, avant de retourner en Recherche & Développement. *"Cela permettait de voir à quoi servait ce que l'on développait, d'autant plus dans un contexte industriel compliqué."* Les années passant, elle commence à s'interroger. *"A l'approche de la quarantaine je me suis demandé si ce que je faisais avait vraiment du sens. Pourquoi extraire encore plus de pétrole ? Je me suis rendu compte que je ne pouvais pas continuer. Cela a été compliqué car à l'époque personne ne comprenait ce qui motivait mon changement de vie."*

Une prise de conscience écologique qui l'amène à se détourner de l'industrie pétrolière pour fonder sa propre entreprise. Plutôt que de rejoindre une entreprise déjà tournée vers la transition écologique et énergétique, Alice Chougnnet préfère se lancer dans l'innovation. *"J'avais envie d'aller un cran plus loin, quitte à franchir le pas, c'était le moment de devenir entrepreneur. Autant essayer de faire quelque chose de complètement sincère et éviter les risques de greenwashing en étant à la tête et en pleine maîtrise de l'engagement."* Elle décide donc de compléter sa formation technique d'ingénieure en rejoignant l'École des hautes études commerciales de Paris (HEC), avec le programme HEC Challenge Plus, qui accompagne les entrepreneurs et créateurs de projets innovants en high-tech.

Un redémarrage à zéro pour cette ingénieure devenue cheffe d'entreprise... Alice Chougnnet co-fonde en 2018 Geosophy, avec un autre ingénieur lui aussi issu de l'industrie pétrolière. Elle utilise ses connaissances des sous-sols et de la géothermie qui descend en profondeur et extrait la chaleur issue de la décomposition de roches radioactives, pour développer la géo-énergie qui descend à seulement quelques mètres de profondeur et capte la température constante du sol, aux alentours de 15°C pour chauffer les bâtiments l'hiver et les rafraîchir l'été. *"C'est un principe connu mais comme cette technologie est très dépendante des besoins des bâtiments et de l'espace et la géologie qu'il y a autour, c'est assez complexe d'évaluer combien cela va coûter, combien d'énergie on pourra trouver..."* Elle est donc peu répandue, en tous cas en France, car cette technologie existe déjà bien ailleurs, en Suisse et en Suède par exemple. *"Les pays nordiques sont très en avance, dès les chocs pétroliers des années 1970 ils ont pris les choses en main et ont équipé les petits bâtiments de cette technologie. En France nous n'avons pas encore eu ces réflexes-là mais les clients qui viennent nous voir aujourd'hui veulent justement sortir de la dépendance aux coûts de l'énergie. C'est en ce moment que se joue l'avenir énergétique à long terme."*

Aujourd'hui Geosophy, qui tire son nom de l'étymologie grecque et signifie la sagesse ("sophia") de la terre ("geo"), a reçu le label GreenTech Innovation, décerné par le Ministère de la Transition Écologique, et le label Solar Impulse Efficient Solution, qui récompense les entreprises qui mettent en avant des solutions existantes à la fois propres et rentables. En effet, la géo-énergie est une énergie disponible localement, durable, décarbonée, elle ne dépend pas de la météo comme les panneaux solaires, permet un stockage et son installation dans les sous-sols ne détériore pas le paysage. Une alternative qui permet d'exploiter les ressources renouvelables de la Terre et qui, selon Alice Chougnnet, serait applicable sur 90% du territoire français – sur les 10% restants elle serait trop compliquée à installer à cause de risques géologiques ou de code minier – et pourrait couvrir la moitié de nos besoins en chauffage et rafraîchissement.

Après une expérience de plusieurs années dans l'industrie pétrolière, Alice Chougnnet a cherché plus de sens dans les énergies renouvelables et s'est lancée dans l'aventure de l'entrepreneuriat avec une innovation, la géo-énergie.

Mailys GRAU

**Présidente et fondatrice de Circouleur,
start-up spécialisée dans les peintures recyclées**

Promotion 122 de l'ESPCI Paris-PSL

Douée pour les sciences à l'école et tenant Marie Curie comme figure d'inspiration, Mailys Grau se retrouve naturellement en classe préparatoire scientifique. *"Pendant très longtemps c'était le seul et l'unique modèle de femme scientifique que j'avais. Et en même temps un modèle inatteignable car son parcours est vraiment hors du commun."* Mais c'est une visite de l'école qui la marque fortement par son ancrage très scientifique, et la décide à intégrer l'ESPCI. *"Je savais que nous allions faire essentiellement de la science et peu d'autres matières comme le management, le commerce, la finance... que je voyais - à l'époque - comme une façon de se disperser."*

Mailys Grau découvre assez tôt qu'elle veut travailler pour l'environnement et faire un métier qui a un impact positif. Elle commence à s'intéresser dès la classe préparatoire aux énergies renouvelables et à l'énergie photovoltaïque et profite d'ailleurs de l'ESPCI pour suivre deux cursus en ce sens en Angleterre. Elle qui, initialement, n'envisage pas de faire une thèse, en fait finalement une à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (INSA) autour d'une innovation pour la fabrication des cellules photovoltaïques.

"Je voulais travailler dans le photovoltaïque pour avoir un impact sur la transition écologique et énergétique, mais en Recherche & Développement, j'avais du mal à voir la connexion entre mon travail, pour l'amélioration des panneaux solaires, et l'impact réel et positif que je voulais pour l'environnement et la réduction du bilan carbone. Le photovoltaïque est un secteur d'une grande complexité structurelle et qui est très soumis à la délocalisation." Continuer dans cette voie perd alors progressivement de l'intérêt et Mailys Grau se découvre l'envie de créer son entreprise, créer quelque chose qui soit concret pour elle en matière d'impact environnemental positif. Réalisant alors qu'il n'y avait pas de filière de recyclage de peinture en France, elle décide de se lancer dans ce domaine et grâce à l'enseignement pluridisciplinaire qu'elle a reçu, réussit ce grand-écart. *"Même si ce domaine était complètement différent de celui dans lequel j'avais travaillé les précédentes années, j'avais suffisamment de bagage technique pour me lancer dans ce secteur, faire les premières manipulations moi-même, encadrer les équipes techniques..."*

Récompensée de plusieurs prix (Trophée de l'entreprise circulaire, Prix Potier...), l'entreprise de Mailys Grau, Circouleur, récupère des pots de peinture inutilisés mis en déchetterie et les trie minutieusement. Toute cette matière est ensuite rangée par grandes classes de couleurs et est testée en laboratoire pour déterminer quelle formule chimique appliquer pour former une nouvelle peinture utilisable et unifiée, en ajoutant moins de 10% de matière neuve. Ne récupérant que les peintures acryliques, qui représentent tout de même la majorité des peintures du marché et ont surtout l'avantage d'être toutes compatibles entre elles, Circouleur peut donc les mélanger pour former une nouvelle peinture. *"On ajuste la formule par rapport à la matière première qui n'est jamais la même, afin de produire des lots de peinture qui soient toujours cohérents. Vous trouverez toujours la même teinte de vert chez nous par exemple, c'est le cœur de notre travail de reformulation."* Une peinture vendue aujourd'hui au grand public et aussi aux professionnels, car elle permet notamment à ces derniers de baisser le bilan carbone de leurs chantiers.

Ayant envie d'ajouter au volet environnemental, un volet social, Mailys Grau a décidé de confier à des personnes en insertion le tri des pots de peinture et travaille avec un ESAT - établissement d'aide par le travail - pour l'étiquetage des pots de peinture et la création des nuanciers. *"Grâce à son cursus de très bonne qualité, l'ESPCI permet à ses élèves-ingénieurs d'atteindre des fonctions à forte responsabilité et, je l'espère, de devenir acteurs du changement. C'est une question d'éthique."*



Des énergies photovoltaïques à la chimie des peintures, Mailys Grau a créé sa propre entreprise et a porté son innovation sur le marché.



Gaëlle BOUROUT

**Ingénieure brevets et avocate en droit de la propriété intellectuelle
au sein du cabinet Linklaters**

Promotion 115 de l'ESPCI Paris-PSL



originaire d'un milieu modeste, ses parents n'ayant pas eu le baccalauréat, c'est à l'école que Gaëlle Bourout se découvre un certain goût pour les sciences. Dès le collège elle pense à la recherche biomédicale et se renseigne sur les

classes préparatoires scientifiques avant même d'entrer au lycée. Lorsqu'elle intègre l'ESPCI, elle se spécialise en chimie et en biologie moléculaire dans l'idée de partir dans la recherche fondamentale. Puis progressivement la passion des manipulations et du laboratoire, concevoir des expériences, tester des hypothèses dans le but de mieux comprendre le vivant... laisse la place à d'autres envies, celles de participer à la valorisation des travaux de recherche. Et c'est finalement l'idée de travailler autour des brevets qui l'emporte.

Après l'ESPCI, Gaëlle Bourout intègre alors l'Office européen des brevets en tant qu'examinatrice puis devient "Conseil en Propriété Industrielle" au sein d'un cabinet spécialisé pour accompagner des sociétés dans la rédaction et le dépôt de brevets. Elle poursuit ensuite ses études en droit, au sein de l'Université Panthéon-Assas, dans le domaine de la propriété intellectuelle. Aujourd'hui son travail se situe plus en aval, bien après le dépôt du brevet, en tant qu'avocate dans le droit des contentieux. *"Par exemple, si notre client se fait attaquer pour avoir prétendument copié une invention ou s'il veut attaquer un concurrent en contrefaçon de l'un de ses brevets."* Elle agit donc pour des sociétés et doit, au tribunal, fournir des éléments de preuve technique et déterminer quelles analyses réaliser pour démontrer que telle technologie a été copiée, ou au contraire qu'elle était déjà connue et donc que le brevet n'est pas valable. *"C'est un travail très stimulant intellectuellement car c'est un mélange de raisonnements scientifiques et de raisonnements juridiques."* Et si Gaëlle Bourout travaille de préférence sur des contentieux relevant de la biologie et de la chimie, il lui arrive de travailler sur des dossiers dans les domaines de la physique et de la mécanique. *"C'est là où la formation pluridisciplinaire de l'ESPCI est extrêmement précieuse car aujourd'hui je peux parler à plusieurs scientifiques, de disciplines différentes, comprendre ce qu'ils m'exposent et ainsi être en mesure de bien défendre leur brevet ou attaquer celui de leur concurrent."*

Après une vingtaine d'années dans le droit des brevets et de la propriété industrielle, Gaëlle Bourout a une

bonne position d'observatrice et voit la réglementation changer. L'Europe est notamment en train de se doter d'outils pour une nouvelle juridiction : la Unified Patent Court - Juridiction unifiée du brevet - qui devrait entrer en application en juin 2023. *"C'était en chantier depuis des décennies car il n'y a pas, à ce jour, de brevet à l'échelle de l'Union Européenne, cela existe uniquement pour les marques déposées. La création de ce tribunal est un énorme bouleversement, cela va changer la donne pour les avocats et pour ceux qui ont des brevets, sur la manière de les déposer, de les défendre, de les attaquer..."* Elle note également qu'en France la culture des brevets n'est pas très forte, les chercheurs en déposent moins qu'ailleurs, même si l'ESPCI reste un précurseur dans ce domaine en France. Selon elle, la recherche publique est considérée en premier lieu comme un acte désintéressé, qui vise à faire avancer les connaissances scientifiques et le savoir, alors que *"déposer un brevet peut être vu comme un acte purement économique"*. Ainsi, les chercheurs académiques français ont plutôt tendance à révéler leurs résultats dans des publications scientifiques, or une fois que *"les résultats ont été publiés, il est en pratique trop tard pour déposer une demande de brevet."*

De par son métier, Gaëlle Bourout reste donc très proche de l'innovation, même si elle ne participe pas à sa genèse. Ingénieure de formation et avocate de métier, elle incarne aujourd'hui tout le champ des possibles que l'on peut explorer avec un diplôme d'ingénieur, puisque comme elle le dit elle-même *"ce n'est pas nécessairement un métier, c'est avant tout une formation."*

Ingénieure devenue avocate en propriété intellectuelle, en étant passée par les brevets, Gaëlle Bourout incarne un parcours hors du commun.

Haya HANNA

Ingénieure et investisseuse dans les start-up chez Hummingbird Ventures

Promotion 132 de l'ESPCI Paris-PSL

D'origine palestinienne, Haya Hanna grandit à Jérusalem, entourée de parents qui mettent un point d'honneur à son éducation. *"J'ai grandi sous l'occupation militaire, j'ai vécu la deuxième intifada, les checkpoints, la construction du mur de séparation..."*

Et à 18 ans j'ai décidé de partir." Alors qu'elle passe un baccalauréat en anglais et aurait pu partir aux Etats-Unis ou en Angleterre pour la suite de ses études, son choix se porte sur la France où elle voit la possibilité de combiner une éducation académique de grande qualité et une expérience culturelle exceptionnelle. "Je savais que je voulais faire des sciences depuis longtemps, en particulier de la physique. Dans un contexte tel que celui dans lequel j'ai grandi, régi par des règles illogiques et injustes, voire même chaotiques, j'ai trouvé dans les sciences une forme d'échappatoire, un univers fait de logique et de rationalité."

Arrivée à Paris, ne parlant pas français, elle doit chercher un appartement, prendre des cours de français et appréhender tout un système, celui de l'enseignement supérieur avec les classes préparatoires, les grandes écoles, l'université, les concours... Et alors qu'elle prépare le Magistère de physique fondamentale d'Orsay, Haya Hanna tente de rentrer à l'ESPCI. *"Je voulais intégrer cette grande école qu'est l'ESPCI car c'est une référence dans le monde de la recherche et j'étais déterminée à m'orienter dans cette voie."*

Fortement marquée par sa formation au sein de l'école, *"je trouvais incroyable de pouvoir être physicienne, de pouvoir en même temps comprendre la chimie et la biologie, et d'avoir une formation tournée vers les travaux pratiques"*, Haya Hanna a aussi le désir de comprendre comment la science se traduit en application puis en innovation. Elle décide alors de poursuivre son cursus avec un double diplôme d'ingénieur aux Mines de Paris et commence à se spécialiser dans l'entrepreneuriat et l'innovation.

Après son diplôme elle souhaite travailler dans une start-up tournée vers le climat, mais n'en trouvant aucune qui lui convienne vraiment, elle commence à travailler dans un fonds d'investissement qui investit dans des jeunes sociétés "clean tech", soit orientées vers le climat. Il s'agit souvent de projets risqués car ces start-up sont encore dans une phase de recherche et ont beaucoup de difficulté à avoir un prêt bancaire. Elles ont donc recours à un type de financement appelé "venture capital", des fonds d'investissement qui injectent leur argent

dans ces start-ups, les accompagnent et deviennent en contrepartie membres du conseil d'administration et actionnaires de l'entreprise. *"C'est un processus d'accompagnement et de financement sur le long terme car on peut rester au board d'une société parfois plus de dix ans."* Et c'est dans l'un de ces fonds qu'Haya Hanna travaille toujours aujourd'hui, Hummingbird Ventures, un fonds international et multi-sectoriel où elle est chargée des investissements en "deep tech" soit tout ce qui concerne des innovations de rupture.

Un travail qui est donc plus éloigné de la recherche mais qui n'est pas sans garder une très forte dynamique scientifique car elle est appelée à parler avec des entrepreneurs du monde entier et doit être en mesure de comprendre leurs recherches, l'innovation que cela peut apporter, la faisabilité et la rentabilité du projet. *"Je regarde actuellement des secteurs aussi divers que passionnants comme la physique quantique, la mécanique des fluides, la science des matériaux, etc."*

Forte de 6 ans d'expérience dans le milieu de l'entrepreneuriat scientifique, Haya Hanna voit quelques évolutions : les start-up en "deep tech" sont de plus en plus nombreuses. *"Les gens veulent travailler pour une cause, être acteurs du changement, avoir un impact, ce qui donne des projets dans le climat, la santé, la robotique, l'intelligence artificielle, le machine learning..."* Ou encore elle note que de nombreux entrepreneurs qui se lancent dans des start-up sont issus de l'immigration. *"C'est le cas en France et cela s'explique : quand on arrive dans un nouveau pays, on a tendance à travailler dix fois plus que la moyenne. On a un parcours qui nous donne envie de construire d'une manière atypique et puis surtout, il faut que l'on se trouve."*

D'ingénieure à investisseuse, Haya Hanna investit aujourd'hui dans les start-ups en *deep tech*, soit orientées vers les innovations de rupture, et les accompagne dans leur croissance.

Isabelle GUYON

**Directrice de recherche scientifique chez Google Brain,
professeure à l'Université Paris-Saclay et présidente de ChaLearn**
Promotion 100 de l'ESPCI Paris-PSL

Elle fait partie des pionniers de l'Intelligence Artificielle et est devenue une référence de taille dans le domaine. Isabelle Guyon est partie vivre aux Etats-Unis et a rejoint désormais Google.

Dans le domicile familial où elle grandit, il y a souvent des revues de vulgarisation scientifique, dont son père est friand, c'est peut-être cela qui lui donne le goût des sciences. Isabelle Guyon s'intéresse très tôt à la physique et dévore dès l'adolescence les biographies de nombreuses figures scientifiques, avec une passion particulière pour Thomas Edison et Marie Curie – ayant fait des recherches à l'ESPCI – intégrer cette école s'avère donc être une grande joie pour elle. Elle y entre à l'époque où le physicien et Prix Nobel Pierre-Gilles de Gennes vient d'en prendre la direction et veut lui donner un nouveau souffle, avec notamment un enseignement moins "scolaire" et beaucoup de travaux pratiques. Là-bas Isabelle Guyon découvre assez vite qu'elle veut se diriger vers la recherche fondamentale et commence à se spécialiser dans l'analyse des données et la création de modèles prédictifs.

Considérée aujourd'hui comme l'une des pionnières de l'intelligence artificielle, elle débute dans ce domaine dans les années 1980, alors que cette science n'est encore qu'à ses balbutiements. Elle la voit donc évoluer et notamment des modèles émerger, tomber dans l'oubli, revenir à la lumière, d'autres modèles apparaître... comme les réseaux de neurones par exemple ou les algorithmes de rétropropagation. A sa sortie de l'ESPCI, Isabelle Guyon rejoint finalement l'industrie en partant travailler aux Etats-Unis pour les Laboratoires Bell, spécialisés en télécommunication et information. Elle participe notamment à l'invention, dans les années 1990, d'un autre modèle d'algorithme d'apprentissage appelé "Support Vector Machine", avec Bernhard Boser et Vladimir Vapnik.

Selon ses propres mots il n'y a pas eu de *"progression linéaire ou exponentielle de l'Intelligence Artificielle"*, elle a plutôt été faite *"de phases d'engouement suivies de phases de désillusion"*. Et même si l'Intelligence Artificielle a beaucoup évolué au fil des années, pour Isabelle Guyon les recherches sont bien loin d'être terminées. *"Il reste beaucoup à faire avant d'atteindre des systèmes permettant de faire des suites de décisions de manière autonome et fiable, en respectant des normes de sécurité strictes. Cela dit, les progrès récents continuent d'être très impressionnants, particulièrement dans le domaine des modèles de langage et des modèles génératifs d'images."*

Pour Isabelle Guyon, *"de nos jours Intelligence Artificielle est plus ou moins synonyme d'apprentissage statistique ou de machine learning"* et elle peut avoir de multiples

applications : reconnaître des chiffres, une écriture manuscrite, une voix, classifier des images, des vidéos, des mails... mais ces applications peuvent aussi intervenir dans le domaine médical. Grâce à ses travaux, Isabelle Guyon établit des méthodes de dépistage de cancer en étudiant les gènes, ou encore une application pour smartphone qui permet de détecter à partir d'une photo de grain de beauté s'il y a des risques de mélanome.

Récemment embauchée chez Google Brain, la branche de recherche de Google, elle va être amenée à définir une nouvelle direction de recherche et souhaite en particulier mettre l'accent sur les biais et les problèmes de confidentialité et d'équité. Selon elle, la quantité massive de données qui sont disponibles sur Internet aujourd'hui ne facilite pas la vie des chercheurs : *"L'importance d'avoir de bonnes données d'apprentissage devient de plus en plus critique. Sans compter que se saisir de données sans le consentement de ceux qui les ont créées pose des problèmes éthiques et légaux. Il risque donc d'y avoir un ralentissement des progrès en IA pour donner le temps à la communauté d'adopter de nouveaux standards de rigueur scientifique et d'éthique qui s'imposent."*

Titulaire d'une chaire ANR (Agence Nationale de Recherche) de recherche et d'enseignement en Intelligence Artificielle, à l'Université Paris-Saclay, Isabelle Guyon a à cœur le partage et la transmission de ses connaissances en recherche et de son expérience de l'industrie. Depuis plusieurs années maintenant elle est également présidente de ChaLearn, une association qu'elle a fondée pour organiser des compétitions en sciences des données, qui permettent de manière ludique de tester la performance des programmes et de stimuler la créativité.

Isabelle Guyon se désole de voir si peu de femmes dans sa discipline : il y aurait environ 20% de femmes qui travaillent dans l'Intelligence Artificielle et le plus embêtant est que ce chiffre stagne depuis plusieurs années. Elle souhaite que l'Intelligence Artificielle puisse à terme se démocratiser à tous les secteurs de la société, mais met tout de même en garde : *"Il appartient à la communauté des chercheurs en IA d'anticiper les risques que posent ces nouvelles technologies et de ne pas promettre plus que ce qui est réalistement possible."*

San Francisco

© Anthony Thornton



© Anthony Thornton



RETROUVEZ
L'EXPOSITION
AU FORMAT
NUMÉRIQUE SUR :



www.femmesdesciences.fr

ESPCI  PARIS | PSL 

10 rue Vauquelin, 75 005 PARIS

