

FEMMES & SCIENCES
ASSOCIATION

&



PRÉSENTENT

**LA SCIENCE
TAILLE
XX
ELLES**





&



PRÉSENTENT

**LA SCIENCE
TAILLE
XX
ELLES**



© Jules Pinton

Édito

La Science taille XX elles

« [...] rendre à Cléopâtre
ce qui appartient à Cléopâtre. »

Les femmes scientifiques que nous vous invitons à rencontrer dans les pages qui suivent sont enseignantes-chercheuses, chercheuses ou ingénieures, et fières de l'être. Leurs domaines d'expertises sont très variés : sociologie, biologie, mathématiques, bioéthique, physique, chimie, océanographie... Nous tenons à les remercier de leur participation enthousiaste à ce projet, d'avoir pris sur leur temps pour travailler avec Vincent Moncorgé et d'avoir permis de belles rencontres. Nous espérons que vous retrouverez dans ces superbes photographies les riches moments d'échanges entre elles et l'équipe du projet autour de leur personnalité, de leurs intérêts scientifiques et de leur vie au quotidien.

Cette publication témoigne de notre volonté conjointe, Femmes & Sciences et CNRS, d'œuvrer à rétablir la place des femmes dans les sciences. En effet, selon un processus baptisé « effet Matilda » par Margaret W. Rossiter, les découvertes et les avancées réalisées par des femmes ont trop souvent été attribuées à des hommes plus connus qu'elles à leur époque, avec pour résultat « d'invisibiliser » les femmes dans les sciences. Nous souhaitons donc contrecarrer cet effet pour rendre à Cléopâtre ce qui appartient à Cléopâtre.

Ces douze portraits sont réalisés par le photographe Vincent Moncorgé, qui consacre une partie importante de son œuvre à des projets à long terme autour de la science. Ces photos sont exposées dans le cadre du projet commun Femmes & Sciences et CNRS « La Science taille XX elles » sélectionné pour le festival *Science in the city* – ESOF 2018 accueilli à Toulouse en juillet 2018.

C'est donc un véritable plaisir conjoint de vous présenter cette brochure de douze portraits de femmes scientifiques d'Occitanie-Toulouse, préfacé par Sylvie Chaperon, historienne, professeure d'histoire contemporaine à l'Université de Toulouse – Jean Jaurès et spécialiste de l'histoire des femmes. Il fait écho au fascicule édité par Femmes & Sciences, « 40 femmes scientifiques remarquables du XVIII^e siècle à nos jours », et révèle l'existence, dans notre région, de talents scientifiques au féminin.

Nadine Halberstadt
Présidente de Femmes & Sciences

Christophe Giraud
Délégué régional du CNRS
en Midi-Pyrénées

Préface

Sylvie Chaperon, historienne

Femmes et sciences, ces deux mots ont été antinomiques pendant longtemps. Si « la » femme pouvait être objet de recherche et de discours abondants sur sa physiologie, sa matrice, son cerveau, puis ses hormones et ses gènes, elle ne pouvait, ou très difficilement, être actrice de la science. Au XIXe siècle, les sociétés savantes, les universités, les laboratoires de recherches étaient tous fermés aux femmes. La chose était d'ailleurs tellement évidente que leurs statuts ne le précisaient pas. Les bien nommées « sciences de l'homme », comme toutes les autres sciences formées à l'époque, se sont construites depuis un point de vue masculin. Les scientifiques autodidactes, car il y en eut de nombreuses, ont peiné à publier et passer à la postérité. Clémence Royer (1830-1902) est une exception. Première traductrice de Charles Darwin, pure autodidacte mais « plus savante qu'un docteur dans les cinq Facultés » selon un de ses confrères, elle fut admise dans la Société d'anthropologie de Paris en 1870 où elle est restée la seule femme pendant longtemps. Céline Renooz (1840-1928) n'a pas eu cette chance. Autodidacte, polygraphe, elle contestait le darwinisme et subissait le rejet des scientifiques. Elle a fondé l'éphémère Revue scientifique des femmes (1888-1889) et la Société néosophique, de maigre renommée.

S'il existe des lycées publics pour les jeunes gens depuis le Premier Empire, l'enseignement secondaire public féminin a été créé par la loi Camille Sée en 1880. Il ne comportait ni classe terminale, ni baccalauréat, ni matières nobles (langues

anciennes, philosophie, mathématiques, physique). En revanche, il inventait les Lettres modernes et promouvait l'histoire et les langues vivantes. Comme l'expliquait Paul Broca, célèbre médecin et anthropologue, dans son rapport de sénateur sur la loi : ce programme « convient le mieux à la nature de leur esprit et à leur future condition de mère de famille ». La durable association entre les femmes et les Lettres (puis les sciences humaines) et les hommes et les Sciences, trouve ici ses racines.

La revendication de l'égalité de l'enseignement et de la formation a été la première et la plus constante des revendications féministes. Elles (et leurs soutiens masculins) ont fait feu de tout bois : pétitions, meetings, campagnes, lobbying, procès. La presse féministe dressait les portraits glorieux des pionnières de toutes disciplines. La Fédération internationale des femmes diplômées d'université, fondée en 1919 et qui dispose d'antennes nationales un peu partout en Europe et en Amérique du Nord, a créé un puissant réseau de solidarité, toujours actif. Elle propose des bourses chaque année afin que les lauréates puissent effectuer des séjours de formation scientifique hors de leur pays.

Au prix d'innombrables batailles, les barrières institutionnelles sont tombées peu à peu mais, minoritaires, régulièrement suspectées d'incompétence, les femmes scientifiques ont dû travailler dur et se montrer stratèges pour être acceptées.

Aujourd'hui qu'en est-il ? Selon les derniers chiffres publiés par le Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et la recherche (2016-2017), les étudiantes sont nettement majoritaires dans l'enseignement supérieur (55%) ce qui prouve leur réussite. Mais leur proportion tombe à 40% dans les sciences et à 27% dans les formations d'ingénieur.e.s, tandis qu'elles représentent près de 70% des étudiant.e.s de Lettres, Langues et Sciences humaines. Nous sommes donc loin de la parité et les emplois demeurent très ségrégués horizontalement (femmes et hommes n'occupant pas les mêmes domaines d'activité) et verticalement (les femmes se trouvant surtout dans les emplois inférieurs en termes de rémunération, de responsabilité et de prestige). Pour quantité de raisons, qui tiennent tout autant aux représentations associées aux métiers, à la sur ou sous-estimation de soi, aux attentes différentes que portent garçons et filles sur leurs futurs temps de travail ou leur futur salaire, les lycéennes continuent de s'orienter moins que les garçons vers les formations scientifiques. Si elles n'ont pas dans leur entourage une scientifique qui montre l'exemple, elles ne se projettent pas spontanément vers cette voie. Les médias, quels qu'ils soient, continuent de représenter les femmes majoritairement dans des métiers et des activités traditionnellement féminines.

L'association Femmes & Sciences, fondée en 2000 par Claudine Hermann, physicienne et première professeure de l'École polytechnique, multiplie les initiatives pour tenter de réduire ces

pesanteurs et rééquilibrer les orientations scolaires et professionnelles. Cette publication, faite par le groupe toulousain de Femmes&Science avec l'aide du CNRS, en est un exemple magnifique. Ces douze portraits démontrent, par l'image et le cursus, que les femmes exercent avec talent et bonheur toutes les activités scientifiques. Choisir les sciences est affaire de goût, de passion, de hasard et de rencontres. Parcourir les activités et les photographies de ces chercheuses est fascinant. Elles sont mathématicienne, biomécanicienne, océanographe, géochimiste, physicienne, nanophysicienne, informaticienne, sociologue et travaillent sur des projets très variés : des cartes géographiques pour non-voyants, l'apprentissage chez les blobs, les progéniteurs, les biobanques, les drones, les nano-éprouvettes... Elles posent debout, parfois en vêtement de laboratoire, parfois en tenue de ville, et nous regardent, les accessoires de leur art en main (imagerie cérébrale, éprouvette graduée, boîte de Pétri, télécommande, lunette de protection). Elles figurent autant de modèles accessibles pour ouvrir le futur des filles. Elles affirment avec naturel et évidence que femmes et sciences vont très bien ensemble.

Sylvie Chaperon,

Professeure à l'Université Toulouse - Jean Jaurès, histoire contemporaine du genre

Chercheuse au laboratoire France, Amériques, Espagne. sociétés, pouvoirs, acteurs (Framespa – CNRS, Université Toulouse - Jean Jaurès)

Un regard nouveau

Vincent Moncorgé, photographe

« Douze démonstrations pour convaincre que la science n'est pas une affaire de genre. »

Je me rappelle de ma scolarité et des images d'Épinal qui nous martelaient sans cesse que les garçons, pragmatiques, étaient naturellement doués pour les sciences alors que les filles, plus sensibles, devaient s'orienter vers les Lettres. J'ai moi-même suivi mon cursus passivement pour me retrouver sur les bancs de la faculté des sciences, sans passion, comme par défaut. Il a fallu une tragédie familiale, un aiguillage accidentel pour que je prenne conscience de mes vraies aspirations.

Je suis retourné, des années après, vers le monde scientifique au gré de mon activité professionnelle et j'ai découvert que, comme ailleurs, les préjugés y avaient la vie dure.

Lorsque l'association Femmes & Sciences, en partenariat avec le CNRS, m'a proposé de réaliser des portraits de femmes scientifiques, j'ai trouvé là l'opportunité d'un engagement sincère, à ma simple mesure, pour essayer de combattre les idées reçues. Celles qui poussent des collégiennes, lycéennes ou étudiantes à se dire « ce n'est pas pour moi, je n'y arriverai pas ».

Nous vous présentons ici douze portraits de femmes qui ont osé, qui sont allées au bout de leur rêve. Douze portraits pour montrer que les femmes scientifiques sont

des femmes comme les autres mais aussi des femmes exceptionnelles. Elles sont courageuses, pugnaces, brillantes. Douze clichés pour montrer qu'elles ne sont pas moins féminines parce qu'elles portent des blouses blanches, explorent les océans, jonglent avec les formules mathématiques, découpent des génomes, explorent les cellules nerveuses... Douze démonstrations pour convaincre que la science n'est pas une affaire de genre.

Je souhaite dédier cette série de portraits à ma mère qui en tant que féministe convaincue nous a fait prendre conscience, dès notre plus jeune âge, de la condition des femmes et nous a sensibilisés, mes frères et moi, aux perpétuelles inégalités qui perdurent « depuis que le monde est monde » et qui nous a appris à vivre sans jamais nous contenter de nos certitudes masculines.

Ce travail est né de rencontres. Je tiens à remercier en particulier Catherine Dematteis, Dominique Morello, Valeria Medina, Jules Pinton, Perle Lagier, Dominique Marangoni et Caroline évidemment.

Vincent Moncorgé est photographe indépendant, il travaille entre Lyon, Paris et Genève. Son travail est réparti entre des projets au long cours et des commandes institutionnelles. Une part importante de ses travaux est dédiée au monde de la science. Il a déjà publié cinq ouvrages qui montrent le quotidien de la recherche fondamentale. Depuis dix ans, image après image, il décrit la vie des chercheur.e.s à travers une photographie documentaire et ethnographique. Ses travaux sont exposés internationalement.

Parallèlement à ses expositions, il donne des conférences autour du thème « Documenter la science, une perspective photographique ». Il est membre de l'European Society for Mathematics and the Arts (ESMA).

La direction artistique des prises de vue a été assurée par Caroline Sabatier-Moncorgé.





Chapitre premier
Voir l'invisible

Hélène Bergès

Génomicienne

« Comprendre la biologie végétale est fondamental pour améliorer la production et la protection des cultures [...] »

Hélène Bergès est directrice du Centre national de ressources génomiques végétales de l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) à Toulouse. Elle est docteure en génétique et biologie moléculaire de l'Université Toulouse III – Paul Sabatier depuis 1995. Après sa thèse, Hélène Bergès a rejoint l'Inra au moment même où les technologies génomiques commençaient à émerger.

Comprendre la biologie végétale est fondamental pour améliorer la production et la protection des cultures face au changement climatique. Une meilleure connaissance des génomes des plantes aide à appréhender leurs comportements dans diverses conditions, comme les nombreux stress auxquels elles sont confrontées et permet d'anticiper leur évolution et leurs capacités d'adaptation. Chez les plantes, un grand nombre de caractères agronomiques sont associés à des variations génétiques dans des régions spécifiques de leur génome. Du fait de la complexité en taille et en éléments répétés des génomes végétaux, il est nécessaire de développer des approches génomiques innovantes qui vont permettre de caractériser des régions génomiques responsables de caractères d'intérêt agronomiques et qui peuvent être majeurs pour comprendre un comportement. C'est pour répondre à ces attentes dans le domaine de la génomique que l'Inra a confié

à Hélène Bergès en 2003 la création du Centre national de ressources génomiques végétales (CNRGV). Dans le cadre de collaborations avec des laboratoires publics et privés du monde entier, ce centre joue un rôle clef sur la scène internationale, menant une grande variété de projets de recherche allant de l'acquisition de connaissances fondamentales sur le contenu en ADN à la caractérisation de gènes codant pour différentes propriétés importantes sur le plan agronomique tels que le rendement végétal, la qualité gustative, la résistance aux maladies, entre autres. Le centre gère aujourd'hui plus de 20 millions d'échantillons de fragments de génomes parmi plus de 27 espèces sauvages et cultivées, comme *Arabidopsis*, la luzerne, le tournesol, la canne à sucre, le colza, le piment, le maïs...

Grâce à son travail, Hélène Bergès contribue à décrypter la complexité des génomes des plantes et notamment à étudier les mécanismes permettant aux plantes de s'adapter à l'environnement. Hélène Bergès est membre de divers consortia internationaux et considérée comme une experte de référence dans le domaine des ressources génomiques au niveau national et international. Elle est également membre du conseil scientifique de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST). Enfin, elle a été distinguée par les Lauriers de l'Inra en 2012.



« Montre moi ton génome, je te dirai qui tu es. »



Juliette Billy

Physicienne

« [...] au lieu d'utiliser des objets matériels pour manipuler la lumière, c'est la lumière qui est utilisée pour manipuler les atomes. »

Juliette Billy est enseignante-chercheuse à l'Université Toulouse III – Paul Sabatier depuis 2013. Elle y enseigne la physique et mène ses travaux de recherche en physique quantique dans le domaine des atomes froids au Laboratoire collisions agrégats réactivité (LCAR - CNRS ; Université Toulouse III - Paul Sabatier).

Les recherches de Juliette Billy portent sur l'étude d'ensembles d'atomes refroidis à quelques milliardièmes de degrés au-dessus du zéro absolu (correspondant à $-273,15\text{ °C}$). À ces très basses températures, les atomes utilisés agissent tous de la même manière et peuvent se comporter comme des ondes ; ils forment ce qu'on appelle un condensat de Bose-Einstein, un nouvel état de la matière régi par les lois de la mécanique quantique.

Le but des recherches de Juliette Billy est d'étudier expérimentalement les propriétés fondamentales de ces condensats. Dans ses expériences, les rôles de la matière et de la lumière sont échangés par rapport à ce qui est fait traditionnellement : au lieu d'utiliser des objets matériels pour manipuler la lumière, c'est la lumière qui est utilisée pour manipuler les atomes. Plus particulièrement, Juliette Billy s'intéresse à la propagation de condensats dans des paysages lumineux créés avec des faisceaux laser. Il est ainsi

possible de créer des « murs » de lumière pour les atomes et elle a, par exemple, récemment étudié le temps nécessaire aux atomes pour passer à travers ces murs de lumière.

Les expériences de Juliette Billy ont ainsi pour objectif de mieux comprendre le comportement des atomes froids à l'échelle microscopique et d'aller vers un meilleur contrôle de leurs propriétés. Elles lui permettent également d'étudier de manière très contrôlée des phénomènes relevant de la physique du solide. Les études menées sur les atomes froids, en collaboration avec des laboratoires français et étrangers, permettent généralement d'explorer les possibilités offertes par la mécanique quantique pour le développement de nouvelles technologies quantiques.



« Les atomes, ça ne me refroidit pas ! »



Marianne Blanchard

Sociologue

« [...] des différences qui existent encore à ce niveau d'étude entre filles et garçons : celles-ci n'envisagent pas d'intégrer les mêmes secteurs professionnels que leurs camarades masculins [...] »

Marianne Blanchard est sociologue, maîtresse de conférence à l'Université Toulouse – Jean Jaurès depuis 2013. Elle enseigne à l'École supérieure du professorat et de l'éducation Midi-Pyrénées (ESPE) ; elle est chercheuse au Centre d'étude et de recherche travail organisation pouvoir (CERTOP – CNRS ; Université Toulouse – Jean Jaurès ; Université Toulouse III - Paul Sabatier ; CEREQ Marseille ; Toulouse INP ; INU Champollion). Ses travaux portent sur les questions relatives au système éducatif.

Depuis quelques années, Marianne Blanchard s'intéresse à l'orientation des filles et des femmes vers les études scientifiques. Elle a ainsi entrepris une recherche sur les classes préparatoires scientifiques en interrogeant 2 200 élèves de ces formations, réparties dans toute la France, sur leurs aspirations scolaires et professionnelles. Les travaux de son équipe ont mis en évidence des différences qui existent encore à ce niveau d'étude entre filles et garçons : celles-ci n'envisagent pas d'intégrer les mêmes secteurs professionnels que leurs camarades masculins et tentent aussi moins fréquemment les concours d'entrée des écoles d'ingénieur.e.s les plus prestigieuses.

Plus récemment, elle a débuté une étude dans deux lycées toulousains visant à saisir la façon dont évoluaient, au fil du temps, les rapports aux différentes disciplines – particulièrement les disciplines scientifiques – et les projets d'orientation des élèves, en seconde générale et technologique, puis en filière scientifique (classe de 1^{re}S). Là encore, l'un des enjeux est de mettre en évidence les différences entre filles et garçons, cette fois de manière dynamique.

Loin de ramener à des dispositions innées, les recherches existant sur le sujet montrent que ces différences s'expliquent par de multiples facteurs sociaux, impliquant à la fois l'éducation reçue au sein de la famille, les interactions entre pairs, celles avec les enseignant.e.s mais aussi les représentations associées aux sciences.

Les travaux de Marianne Blanchard contribuent à mieux comprendre comment ces facteurs agissent concrètement, s'articulent entre eux et produisent des différences d'accès en fonction du sexe, aux études et emplois scientifiques.



« Si c'est une fille... scientifique ! »



Anke Brock

Enseignante-chercheuse en informatique

« [...] rendre les cartes géographiques accessibles aux personnes non-voyantes et mal-voyantes. »

Anke Brock est enseignante-chercheuse en informatique à l'École nationale de l'aviation civile (ENAC) à Toulouse. Sa recherche s'intègre dans le domaine appelé « Interaction Homme-Machine ». Elle a commencé à travailler sur ce sujet en tant qu'ingénieure de recherche dans le domaine automobile chez Bosch avant de faire une thèse et s'orienter vers une carrière en recherche.

Le domaine de recherche « Interaction Homme-Machine » (*Human-Machine Interaction* en anglais) fait partie de l'informatique. Il s'intéresse d'une part à observer, analyser et évaluer l'expérience des humains avec les technologies et d'autre part à concevoir les technologies interactives futures. Ce domaine interfère avec d'autres disciplines comme les sciences cognitives, l'ergonomie et le design. Anke Brock se consacre plus particulièrement à la création de systèmes avancés de navigation et d'aide à l'orientation basés sur les nouvelles technologies.

Le sujet qui lui tient à cœur depuis plusieurs années : rendre les cartes géographiques accessibles aux personnes non-voyantes et mal-voyantes. En effet, naviguer dans un espace inconnu est difficile sans vision et une carte accessible peut aider à s'orienter. Lorsqu'elle a travaillé à l'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT – CNRS ;

Université Toulouse Capitole ; Université Toulouse – Jean Jaurès ; Université Toulouse III - Paul Sabatier ; INP Toulouse), puis à l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Inria), Anke Brock a conçu et développé des cartes interactives qui se basent sur des technologies telles que les écrans tactiles, l'impression 3D et la réalité augmentée. Ces systèmes peuvent restituer des informations géographiques par des retours audio-tactiles. Les personnes déficientes visuelles sont parties prenantes de ses recherches, et dans le cadre d'un projet européen, elle travaille actuellement avec des écoles spécialisées en France, Grèce et Roumanie.

Plus récemment à l'ENAC, elle développe des systèmes de navigation basés sur des drones, qui sont de plus en plus courants et dont on peut prévoir une utilisation accrue dans les années à venir. En collaboration avec une collègue française en Israël, elle a embarqué un projecteur sur un drone. Ce système peut ainsi projeter des cartes géographiques et des instructions de navigation sur le sol pour guider l'utilisateur.trice.

Cette jeune chercheuse est passionnée par ses recherches qui englobent plusieurs disciplines et intègrent les dernières technologies, tout en se mettant au service des humains.



« Le monde au bout des doigts ! »





Chapitre 3
La science en jaune

Aline Cerf

Nanophysicienne

« [...] en embarquant le dispositif de détection au contact direct avec la circulation sanguine, une première mondiale ! »

Aline Cerf est physicienne de formation. Elle a obtenu un doctorat en nanophysique en 2010 à l'Université de Toulouse, puis a effectué un post-doctorat de deux ans à l'Université de Cornell aux États-Unis. En 2012, elle a rejoint le CNRS en tant que chargée de recherche. Aujourd'hui, Aline Cerf travaille au Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS (LAAS-CNRS) à Toulouse.

Les activités de recherche qu'elle mène portent sur le développement de nouvelles techniques et outils issus des microtechnologies pour des applications dans le domaine des sciences du vivant et de la santé. En septembre 2016, elle a participé avec des chirurgiens urologues à la création de la start-up SmartCatch®.

Lors de la cancérogénèse, un nombre très faible de cellules tumorales circulantes (CTCs) quitte la tumeur primitive et migre dans le flux sanguin, devenant ainsi des biomarqueurs diagnostiques et pronostiques d'intérêt. Toutefois, leur très faible concentration dans ce milieu complexe qu'est le sang, rend leur capture, leur dénombrement et leur analyse particulièrement difficiles. Dans ce contexte, le projet interdisciplinaire que mène Aline Cerf avec ses collègues du LAAS-CNRS et des praticiens hospitaliers de l'Institut

universitaire du cancer de Toulouse vise à dépasser les limitations des dispositifs de détection *in vitro* actuels, en embarquant le dispositif de détection au contact direct avec la circulation sanguine, une première mondiale ! Dans cette perspective, l'équipe a développé un dispositif intravasculaire furtif prenant la forme d'une micro-épuisette à 3D pouvant être couplée à un cathéter de perfusion médical. Ce dispositif a été conçu de manière à tirer partie des particularités physiques des CTCs (taille, déformabilité) pour agir en tant que filet et permettre la capture de ces cellules dans le sang de manière sélective. À ce stade, le prototype a été testé chez des modèles animaux et fait actuellement l'objet d'une première campagne d'essais cliniques.

Cette technologie, aujourd'hui transférée à l'industrie, fournira aux oncologues la possibilité de travailler sur de véritables biopsies liquides, accessibles à toutes les étapes de l'histoire naturelle de la maladie via un geste médical simple et non traumatisant, pour permettre la surveillance et la personnalisation du projet thérapeutique.



« La science est une combinaison de savoirs. »



Audrey Dussutour

Éthologiste

« [...] porter un nouveau regard sur les organismes unicellulaires et sur la notion d'intelligence. »

Audrey Dussutour est biologiste, chargée de recherche au CNRS. Après avoir obtenu un doctorat d'éthologie en 2004, elle a effectué deux post-doctorats au Canada et en Australie, puis a été recrutée comme chercheuse au CNRS en 2009. Depuis, elle travaille au Centre de recherches sur la cognition animale (CRCA – CNRS ; Université Toulouse III – Paul Sabatier). Son objectif de recherche est de comprendre comment des systèmes distribués, qu'ils soient des colonies de fourmis ou des organismes unicellulaires, interagissent avec leur environnement.

Les travaux de recherche d'Audrey Dussutour sur les déplacements collectifs des fourmis ont permis d'identifier les mécanismes de régulation du trafic en situation d'embouteillage et d'extraire des algorithmes de contrôle génériques qui peuvent s'appliquer à de nombreux domaines scientifiques. Ses travaux sur la nutrition collective ont démontré que les fourmis fonctionnent comme des « estomacs collectifs » en se partageant la distribution et la digestion des aliments. Les études sur le « blob » (*Physarum polycephalum*), un organisme composé d'une seule cellule, ont démontré que, bien que dépourvu d'organes, celui-ci est capable de réguler ses apports alimentaires lorsqu'il fait face à des défis nutritionnels complexes.

Dans un autre domaine, son équipe a démontré récemment que l'apprentissage est possible chez les blobs. Ces résultats inattendus de la part d'un organisme qui n'a pas de système nerveux, l'encouragent à porter un nouveau regard sur les organismes unicellulaires et sur la notion d'intelligence. L'ensemble de ses travaux a été récompensé par le prix Le Monde de la recherche (2007), par la Société française pour l'étude du comportement animal (2009) et par l'Académie royale des sciences de Belgique (2011).

Depuis le début de sa carrière, Audrey Dussutour a à cœur de s'impliquer aussi dans le fonctionnement de la recherche au niveau national (évaluation des laboratoires et des chercheur.e.s, recrutement des chercheur.e.s) et dans la promotion de la curiosité scientifique et de la recherche fondamentale auprès du public avec des conférences, ateliers, émissions de radio/TV, ouvrages...



« L'intelligence, ce n'est pas une question de taille. »





Chapitre 4
Tchin !

Catherine Jeandel

Océanologue

« [...] pourquoi elle aime tant partager ses recherches mais aussi alerter sur les menaces qui pèsent sur notre environnement. »

Catherine Jeandel est océanologue géochimiste. Elle est directrice de recherche au CNRS et travaille au Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS/OMP – CNRS ; Université Toulouse III – Paul Sabatier ; IRD ; CNES).

Initiée très jeune au milieu marin des rivages de la Bretagne du nord, Catherine Jeandel, en dépit de son désamour pour les mathématiques, poursuit son rêve d'enfance de devenir océanologue. D'une seconde littéraire à une intégration en classes préparatoires scientifiques, elle persiste dans cette voie. Elle effectue sa thèse et son post-doctorat en géochimie marine, à une époque où la chimie marine était balbutiante et intègre le CNRS en 1981. Intéressée par tous les aspects de l'océan : physiques, biologiques, chimiques, elle devient océanologue géochimiste. Depuis, elle sillonne les mers du globe, les explorant en profondeur pour améliorer notre compréhension d'un système si vaste et si complexe. Travailler sur une passion aussi ancrée explique sans doute pourquoi elle aime tant partager ses recherches mais aussi alerter sur les menaces qui pèsent sur notre environnement.

Au quotidien, Catherine Jeandel écrit des projets pour obtenir une campagne

en mer. Elle embarque pour deux mois avec quelques quarante collègues et échantillonne eau et particules, les rapporte au laboratoire, extrait les traceurs chimiquement en salle blanche pour les protéger des poussières. Puis, elle les analyse au spectromètre de masse, interprète les mesures, écrit des articles, forme des étudiant.e.s de masters, des doctorant.e.s... et surtout, collabore au niveau mondial. En effet, l'océan est si vaste qu'il s'étudie en collaborations internationales car il est impensable scientifiquement de laisser des zones du monde inexploitées !

Actuellement, elle coordonne avec des collègues un projet mondial d'exploration géochimique des mers intitulé Géotraces. Très impliquée dans la diffusion de la culture scientifique, elle a été l'une des initiatrices toulousaines du Train du climat qui a sillonné la France en 2015, à l'occasion de la COP21, et poursuit l'aventure pour partager les savoirs dans les territoires.

Catherine Jeandel a été lauréate de la Médaille de bronze du CNRS 1992.



« L'eau, je ne fais pas que la boire ! »



Fatima-Ezzahra L'Faqihi-Olive

Ingénieure de recherche en biologie

« [...] accompagner des projets de recherche en proposant des développements et des innovations technologiques [...] »

Fatima-Ezzahra L'Faqihi-Olive est ingénieure de recherche en biologie à l'Université Toulouse III – Paul Sabatier et travaille au Centre de physiopathologie de Toulouse Purpan (CPTP – CNRS ; Université Toulouse III – Paul Sabatier ; Inserm). Depuis 2002, elle est responsable du plateau technique de cytométrie et tri cellulaire du centre. Elle a reçu la médaille de cristal du CNRS en 2017.

Après un baccalauréat à Casablanca, Fatima L'Faqihi a poursuivi des études supérieures à Toulouse et a obtenu un DEA de physiopathologie humaine à dominante immunologie. Elle a finalisé ses études par un doctorat en immunologie puis a bénéficié de postes temporaires d'enseignement qui lui ont permis d'enseigner et de continuer la recherche en immunologie avant d'être recrutée en qualité d'ingénieure d'études à l'Université Toulouse III - Paul Sabatier. Depuis plus de quinze ans, elle a la responsabilité du plateau de cytométrie et tri cellulaire du CPTP qui est rattaché à la plateforme technologique des sciences du vivant Toulouse réseau imagerie. La cytométrie en flux est une technique quantitative qui permet d'analyser, à partir d'une suspension de particules ou de cellules, les caractéristiques individuelles de chacune de ces particules. Les cellules en suspension préalablement marquées par

une molécule fluorescente passent une à une devant un ou plusieurs faisceau(x) laser. Elles émettent des signaux de fluorescence permettant de les identifier, de les compter et de les trier en fonction de leurs caractéristiques.

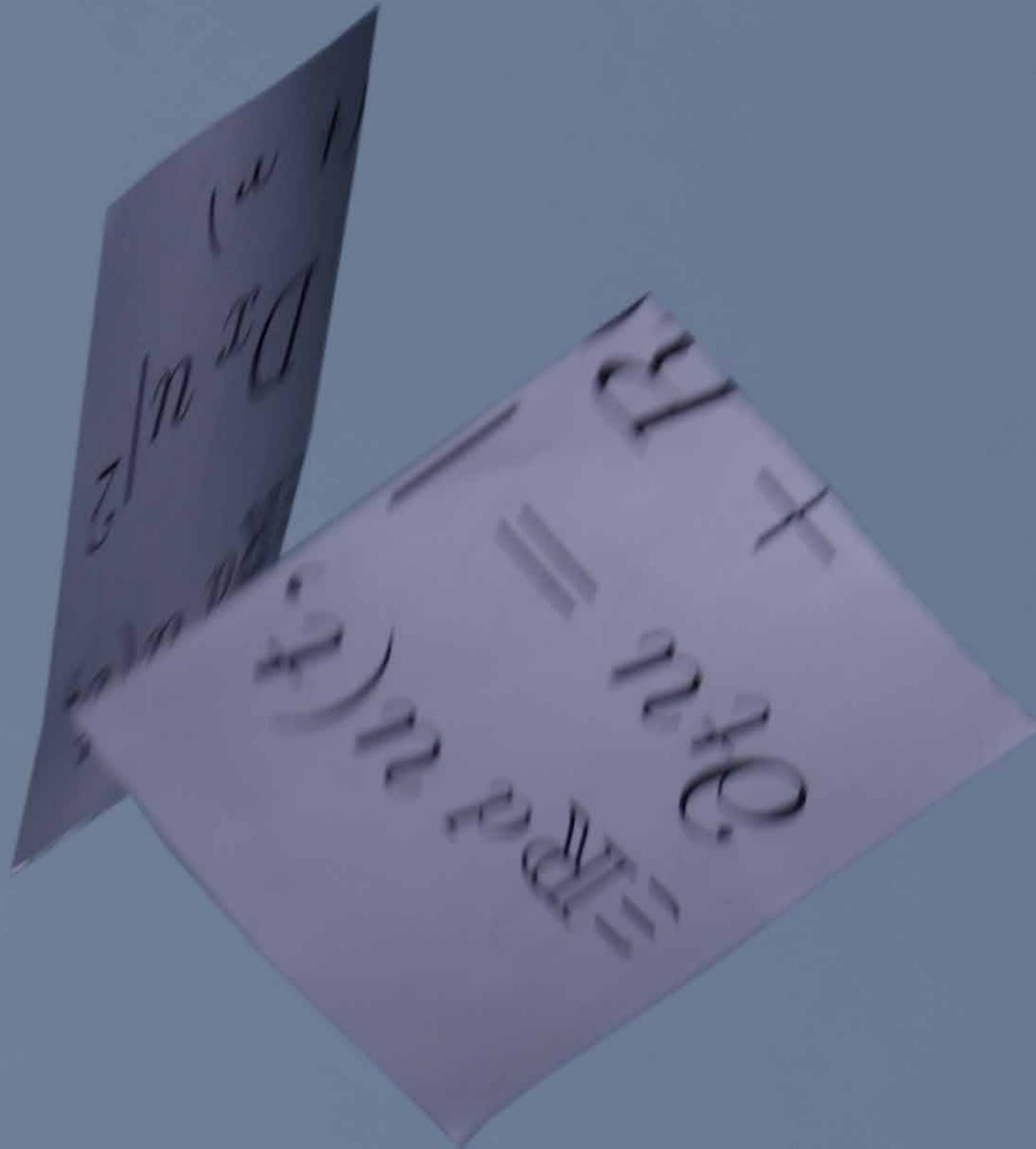
Le cœur du métier de Fatima L'Faqihi est d'accompagner des projets de recherche en proposant des développements et des innovations technologiques aux scientifiques, de regrouper des compétences de cytométrie en flux de haut niveau et de mutualiser des outils technologiques de pointe. Elle travaille au quotidien auprès d'immunologistes et de spécialistes de l'inflammation pour lesquelles elle analyse et trie les cellules du système immunitaire. L'ouverture vers l'extérieur lui a permis d'aborder d'autres thématiques allant des maladies infectieuses et la cancérologie, à la biologie du développement en passant par la microbiologie industrielle et alimentaire.

Au-delà de la fonction scientifique, elle est en charge de la gestion administrative et financière du plateau ainsi que des missions de formation, de transfert technologique et d'enseignements.



« Le tri sélectif, c'est aussi pour les cellules ! »





Sylvie Lorthois

Bio-mécanicienne

« [...] observer la circulation sanguine du cerveau permet de l'observer en train de fonctionner. »

Initialement ingénieure aérospatiale, Sylvie Lorthois se réoriente vers la biomécanique en effectuant une thèse en mécanique des fluides et un DEA de biologie du sang et des vaisseaux. Après un post-doctorat à l'Université de Berkeley, elle est recrutée comme chargée de recherche au CNRS en 2001. Depuis, elle travaille à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT – CNRS ; Université Toulouse III – Paul Sabatier ; Toulouse INP)

Le cerveau humain est irrigué par un réseau de minuscules vaisseaux sanguins, tous plus fins que le diamètre d'un cheveu, qui serpentent entre les neurones et dialoguent avec eux. Ce dialogue leur permet de moduler localement le débit sanguin de façon à ce que l'apport en oxygène et nutriments corresponde parfaitement aux besoins des neurones. C'est pourquoi, observer la circulation sanguine du cerveau permet de l'observer en train de fonctionner. Cette idée simple est importante : elle est à la base d'un grand nombre de travaux d'imagerie dont l'objectif est de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau. Mais, comme beaucoup d'idées simples, elle pose beaucoup de questions quand on l'examine plus attentivement. Par exemple, pour des besoins similaires, l'augmentation du débit sanguin et des apports énergétiques associés dépend-elle

de l'architecture du réseau vasculaire ? Si oui, comment interpréter les différences entre les images acquises dans différentes aires cérébrales, dont l'architecture peut être différente, ou dans des conditions pathologiques, dans lesquelles de nombreux vaisseaux peuvent se boucher puis progressivement disparaître ?

Pour répondre à ces questions, Sylvie Lorthois s'appuie sur les résultats des recherches en cours dans les champs de la mécanique des fluides et de la physique des milieux poreux. Elle travaille sur le développement de modèles mathématiques, numériques et expérimentaux permettant de mieux comprendre comment l'architecture d'un réseau microvasculaire complexe contrôle l'écoulement sanguin en son sein, ainsi que les échanges. Outre l'imagerie, qui a constitué son champ d'investigation initial, les applications se sont maintenant élargies et portent aussi sur la compréhension du rôle de la microcirculation sanguine dans certaines maladies neuro-dégénératives, dont la maladie d'Alzheimer.

Sur tous ces aspects, elle collabore avec des biologistes, des physiologistes, des spécialistes d'imagerie biologique ou des neurochirurgiens, en France et à l'étranger.



« Les vaisseaux sanguins : mon atlas pour étudier le cerveau. »



Sepideh Mirrahimi

Mathématicienne

« [...] comprendre l'effet de différents mécanismes de l'évolution [...] sur la survie et la distribution génétique ou phénotypique d'une population [...] »

Sepideh Mirrahimi est mathématicienne. Après avoir fait une thèse en mathématiques appliquées à la biologie à l'Université Pierre et Marie Curie à Paris et un post-doctorat à l'École polytechnique à Palaiseau, elle a été recrutée en tant que chargée de recherche au CNRS en 2012. Depuis, elle travaille à l'Institut de mathématiques de Toulouse (IMT – CNRS, Université Toulouse Capitole, Université Toulouse – Jean Jaurès, Université Toulouse III – Paul Sabatier, Insa Toulouse) sur l'étude de modèles mathématiques issus de la biologie.

Sepideh Mirrahimi s'intéresse notamment à l'analyse des équations différentielles préalablement établies lors d'études en biologie évolutive et en écologie. En effectuant une étude du comportement des solutions de ces équations en fonction de certains paramètres, elle cherche à comprendre l'effet de différents mécanismes de l'évolution (mutations, transfert horizontal des gènes, sélection), sur la survie et la distribution génétique ou phénotypique d'une population d'êtres vivants donnée. Elle peut ainsi décrire sa dynamique en prenant en compte l'interaction des individus avec leur environnement. Son approche

théorique peut aider à fournir des réponses appropriées à des questions biologiques ou médicales concrètes. Par exemple, comment évaluer la résistance d'une population à un antibiotique ou comment traiter de manière optimale tel cancer ou telle maladie infectieuse. L'analyse de ses équations a pour objectif d'apporter des éléments de réponse aux praticiens et faciliter leur choix d'un protocole thérapeutique efficace (en modifiant les doses de médicament, le moment du traitement, ou en combinant des thérapies...), tout en réduisant le risque d'émergence de résistance aux médicaments.

Pour étudier ces problèmes, Sepideh Mirrahimi entretient de nombreuses collaborations avec des scientifiques en France et à l'étranger, notamment aux États-Unis et au Chili.



« *Mathématiques pour mieux guérir.* »





Chapitre 6
Dans la peau

Angie Molina Delgado

Biologiste

« Grâce à des techniques d'imagerie en temps réel sophistiquées, elle suit individuellement le comportement de progéniteurs [...] »

Après avoir soutenu sa thèse en septembre 2014 à l'Institut Gustave Roussy à Villejuif, Angie Molina Delgado a démarré un post-doctorat en biologie cellulaire à Toulouse en février 2015 au Centre de biologie du développement (CBD – CNRS ; Université Toulouse III – Paul Sabatier) où elle travaille actuellement.

La mise en place et le fonctionnement du système nerveux nécessitent une parfaite coordination entre la régulation du cycle cellulaire – l'ensemble des étapes que traverse une cellule avant de se diviser et donner naissance à deux cellules filles - et la détermination du destin cellulaire - ce que la cellule va devenir, neurone ou cellule gliale. La compréhension des mécanismes impliqués dans ces deux processus est importante car elle permet de définir les éléments contrôlant l'équilibre entre prolifération et différenciation tout au long de la vie, durant l'embryogenèse et chez l'adulte. L'altération de ces mécanismes peut entraîner une prolifération cellulaire incontrôlée, caractéristique de la progression tumorale, ou une différenciation prématurée, associée à des troubles neuro-développementaux.

Angie Molina Delgado a choisi d'élucider ces mécanismes en utilisant les cellules souches ou progéniteurs neuraux,

qui composent la moelle épinière embryonnaire. À l'intérieur de ce tissu, les progéniteurs prolifèrent activement avant de se différencier en neurones. Cette jeune chercheuse s'intéresse tout particulièrement à la cinétique du cycle cellulaire et à son rôle sur le destin cellulaire. Grâce à des techniques d'imagerie en temps réel sophistiquées, elle suit individuellement le comportement de progéniteurs dans leur environnement et le corrèle à leur devenir.

Au delà de cette problématique fondamentale, les connaissances acquises sur les mécanismes qui contrôlent la balance prolifération/différenciation pourront être extrapolées à d'autres types de cellules souches, comme les cellules souches cancéreuses, en particulier celles des tumeurs cérébrales qui partagent de nombreuses caractéristiques avec les cellules souches neurales normales. C'est un domaine qu'Angie Molina Delgado connaît bien puisqu'elle a effectué une thèse sur l'implication d'une protéine « suppresseur » de tumeurs, ATIP3, dans les métastases du cancer du sein. À terme, ses recherches seront utiles pour développer de nouvelles thérapies.

Angie Molina Delgado a reçu la bourse L'Oréal/Unesco pour les Femmes et la Science en 2015.



« Les œufs, je les aime à la loupe ! »



Emmanuelle Rial-Sebbag

Juriste

« [...] déterminer le rôle et la place de la loi parmi les différentes normes [...] encadrant les innovations biomédicales. »

Emmanuelle Rial-Sebbag, juriste, est directrice de recherche à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) en bioéthique et droit de la santé. Elle est enseignante associée en droit de la santé et en bioéthique à la Faculté de médecine de Toulouse (Purpan).

Emmanuelle Rial-Sebbag est impliquée dans plusieurs projets de recherche nationaux et internationaux. Menés dans une démarche interdisciplinaire conjuguant les sciences humaines et sociales et les sciences biomédicales, fondée sur une dimension bioéthique, ses projets concernent de nombreux sujets aux enjeux sociétaux considérables : les biobanques, les thérapies innovantes, la recherche biomédicale sur les humains, les tests génétiques et la production et l'usage des données de santé. Elle est responsable de plusieurs cours et conférences portant sur les aspects éthiques et juridiques de la recherche biomédicale et des droits des patient.e.s. Elle a notamment coordonné un projet européen relatif aux enjeux sociétaux soulevés par l'utilisation des cellules souches dans le contexte de la médecine régénératrice.

Actuellement, Emmanuelle Rial-Sebbag travaille à Toulouse dans l'unité Épidémiologie et analyse de la santé publique : les risques, les maladies chroniques et les handicaps, dans laquelle

elle est responsable de l'équipe de recherche pluridisciplinaire Trajectoires d'innovations en santé : enjeux bioéthiques et impact en santé publique. Elle est aussi co-responsable de la plateforme sociétale Éthique et biosciences qui s'attache à développer le dialogue entre différents publics sur les aspects éthiques, légaux et sociétaux associés à la génomique et aux biotechnologies. Elle travaille au développement de la gouvernance des innovations en santé. Ses travaux visent à déterminer le rôle et la place de la loi parmi les différentes normes (éthiques, professionnelles, etc.) encadrant les innovations biomédicales et ce à l'échelle nationale, européenne et internationale.



« La science en conscience ! »



Cette publication a été réalisée dans le cadre du projet « La Science taille XX elles » proposé par l'association Femmes & Sciences et le CNRS Midi-Pyrénées. Cet événement a été conçu pour le festival *Science in the city*, accompagnant le forum ESOF 2018, faisant de Toulouse la cité européenne de la science 2018.

L'exposition des douze portraits de cette brochure a été présentée aux Galeries Lafayette, au musée de l'aéronautique Aéroscopia et à l'Espace des diversités et de la laïcité à Toulouse mis à notre disposition par Toulouse Métropole pour accueillir du 7 au 9 Juillet 2018 des expériences, des débats, des speed-meetings et des spectacles-débats. « La Science taille XX elles » comporte aussi un parcours dans la ville à la recherche des femmes de science.

Coordination du projet :

Dominique Morello, animatrice du groupe Femmes & Sciences Occitanie Toulouse
Catherine Dematteis, responsable de la communication du CNRS Midi-Pyrénées

Photographe : **Vincent Moncorgé**

Direction artistique : **Caroline Sabatier-Moncorgé**

Suivi du projet et réseaux sociaux : **Valeria Medina**, service communication du CNRS Midi-Pyrénées

Conception graphique : **Jules Pinton**, service communication du CNRS Midi-Pyrénées

Communication & diffusion : **Clément Blondel, Anaïs Daniel, Laure Vayssettes**, service communication du CNRS Midi-Pyrénées

Conception et rédaction du parcours dans la ville : **Julie Batut, Sophie Bel-Vialar, Martine Knibiehler, Dominique Morello** et avec l'aimable concours de l'**Office de Tourisme de Toulouse**.

Nous remercions particulièrement nos partenaires sans lesquels « La Science taille XX elles » n'aurait pu avoir lieu :



© CNRS Photothèque - association Femmes & Sciences - Juillet 2018



*Rendre à Cléopâtre
ce qui appartient à Cléopâtre.*
