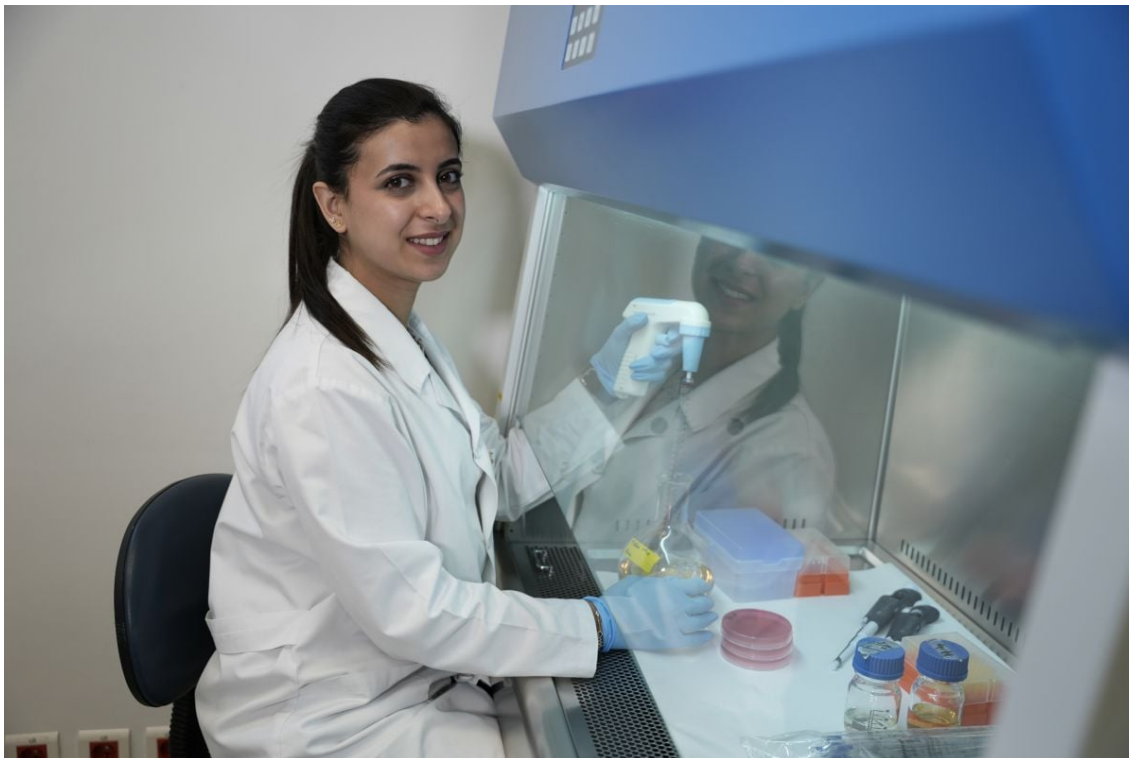


Des bactéries marines du Liban au coeur d'une alternative au plastique

Transformer des micro-organismes marins en bioplastiques durables : tel est le défi relevé par Ghina el-Hage Chéhadé, lauréate du programme L'Oréal-Unesco pour les femmes et la science - Talents Levant 2025.



Tout au long de son parcours académique, alliant microbiologie et biotechnologie, Ghina el-Hage Chéhadé a souhaité mettre la recherche scientifique au service de l'environnement et de la société. Photo Joseph Chamoun

Parmi les sites naturels libanais, les salines d'Enfé se sont révélées être l'un des environnements les plus propices au développement de bactéries extrémophiles - micro-organismes marins capables de survivre dans des conditions difficiles - notamment dans les milieux très salés. Et c'est justement sur ces bactéries que travaille Ghina el-Hage Chéhadé dans sa thèse de doctorat, qu'elle poursuit en cotutelle entre l'Université Saint-Joseph (USJ) et l'École de biologie industrielle (EBI) en France depuis décembre 2023, avec le soutien du dispositif 3R Liban de l'AUF et du CNRS-L. Cette thèse, intitulée Exploration de la capacité de micro-organismes extrémophiles de sites naturels libanais pour la production durable de plastiques biosourcés et biodégradables, vise à transformer une richesse naturelle en solution concrète face à la crise environnementale.

« Ce projet ambitionne de faire du Liban un terrain d'innovation verte, où la biodiversité locale devient un levier de développement biotechnologique pour repenser nos modes de production et réduire durablement notre empreinte plastique », affirme la doctorante qui détient un doctorat d'exercice en pharmacie obtenu en 2022 et un master de

recherche en sciences pharmaceutiques et biologiques, option agents pathogènes et antimicrobiens, obtenu en 2023, à l'USJ.

Produisant des molécules appelées polyhydroxyalcanoates (PHA), des biopolymères aux propriétés proches de celles du plastique, les bactéries présentes dans les marais salants d'Enfé- « encore très peu valorisées scientifiquement » - sont entièrement d'origine biologique, d'où le terme biosourcé.

« Concrètement, lorsque ces bactéries se retrouvent dans des conditions de stress, par exemple dans un environnement très salé, elles fabriquent et accumulent des bioplastiques à l'intérieur de leurs cellules. Cela leur permet de stocker du carbone et de l'énergie afin de survivre dans des conditions difficiles. Les chercheurs peuvent ensuite récupérer ces matériaux et les transformer en produits utilisables », explique Ghina el-Hage Chéhadé.

Au-delà de l'environnement, des enjeux économiques et sociaux

Biodégradables, ces bioplastiques sont également biocompatibles, « ce qui signifie qu'ils peuvent à terme être utilisés dans certaines applications médicales. Le mécanisme de production de ces grandes molécules existe donc déjà dans la nature. Notre travail consiste à l'étudier, à le comprendre et à l'adapter dans les laboratoires pour qu'il devienne une solution industrielle viable, à la fois respectueuse de l'environnement et utile à la société», souligne la lauréate du programme L'Oréal-Unesco pour les femmes et la science, dont l'objectif est de valoriser le potentiel de cette micro-biodiversité,

« dans une démarche de développement durable, notamment en lien avec les biotechnologies blanches (industrielles) et bleues (marines), et donc de révéler le potentiel d'une ressource génétique, en espérant un jour la développer au Liban». Pour cette chercheuse, l'intérêt est double. D'une part, se dégradant facilement dans l'environnement, ces bioplastiques constituent une alternative durable face aux plastiques dérivés du pétrole. D'autre part, « les bactéries extrémophiles sont plus simples à cultiver industriellement, car elles n'ont pas besoin de conditions stériles strictes et peuvent utiliser des ressources peu coûteuses», de même que « des procédés verts d'extraction, et ainsi contribuer à réduire l'impact environnemental de la pollution plastique». En parallèle, répondant aux besoins économiques et sociaux, il s'agit de permettre aux industries d'adopter des solutions durables qui bénéficieront aux communautés locales. « Cela implique des investissements, des cadres réglementaires favorables et une collaboration entre le monde académique, les industriels et les décideurs publics», note-t-elle.

Des solutions techniquement fiables et économiquement attractives

Par ailleurs, visant à établir des liens entre la recherche scientifique et le monde industriel, Ghina el-Hage Chéhadé explore actuellement dans sa thèse le développement au Liban « de systèmes de production à la fois robustes et faciles à mettre en place. Ces systèmes, conçus pour fonctionner dans des conditions hypersalines, visent à minimiser les risques de contamination tout en permettant une production à grande échelle». La doctorante travaille ainsi sur l'optimisation des procédés de production de bioplastiques, en vue de leur transfert à un niveau industriel. « L'objectif est de rendre ces solutions techniquement fiables et économiquement attractives pour des acteurs économiques soucieux de l'environnement», souligne-t-elle. C'est dans cette optique qu'elle cherche à établir des partenariats avec des entreprises spécialisées dans les biotechnologies et le développement de biopolymères, dans divers domaines tels que la cosmétique et la santé. « L'étape finale de valorisation du projet a pour ambition de soutenir en priorité les acteurs économiques libanais, désireux de contribuer à l'émergence d'un secteur high-tech productif et durable au Liban», assure la chercheuse.

Convaincue que la santé humaine et animale ainsi que celle des écosystèmes sont étroitement liées, Ghina el-Hage Chéhadé inscrit sa recherche au carrefour des sciences de la santé, de la biotechnologie et de l'environnement, espérant « ouvrir la voie à de nouveaux biomatériaux sûrs, biorésorbables et biocompatibles, susceptibles d'être utilisés dans des applications pharmaceutiques et médicales. Les bioplastiques que nous étudions présentent notamment un potentiel pour des systèmes de délivrance de médicaments, des dispositifs médicaux qui pourraient être implantés dans le corps ou encore des emballages pharmaceutiques plus respectueux de l'environnement », assure la pharmacienne.

Un parcours scientifique au service de l'environnement

Tout au long de son parcours académique, alliant microbiologie et biotechnologie, Ghina el-Hage Chéhadé a souhaité mettre la recherche scientifique au service de l'environnement et de la société, grâce à des solutions concrètes et durables, en valorisant les ressources locales et le savoir-faire libanais. Ainsi, pour son doctorat d'exercice en pharmacie à l'USJ, elle a étudié le rôle des bactéries du sol dans la dégradation des polluants organochlorés, alors que pour son master en sciences pharmaceutiques et biologiques, option agents pathogènes et antimicrobiens, elle a travaillé sur les bioplastiques, un sujet qu'elle a tenu à développer dans son doctorat, évoquant l'influence et l'héritage de la Pr Dolla Karam Sarkis, qui a profondément marqué son parcours.

« Ce qui me motive profondément, c'est de montrer que la recherche libanaise peut s'inscrire à l'échelle internationale et avoir un impact tangible sur l'environnement et la société. Au-delà de la science, c'est la possibilité d'inspirer, de valoriser notre potentiel local et de contribuer à un futur responsable qui rend ce travail si stimulant et passionnant », confie-t-elle.

Pour elle, la responsabilité du chercheur au Liban est cruciale lorsqu'il s'agit de transformer les connaissances qu'il produit en solutions concrètes qui répondent aux défis environnementaux et industriels. « Nous avons une biodiversité unique et des talents exceptionnels qui risquent de s'épanouir ailleurs si l'on ne les soutient pas et ne les valorise pas », note la doctorante, souhaitant que l'État investisse dans la recherche pour offrir aux jeunes chercheurs et aux diplômés qualifiés des opportunités de développer leur potentiel au Liban. De même, « les chercheurs doivent aussi partager leurs résultats, sensibiliser le public et collaborer avec les acteurs locaux, afin que la science devienne un véritable moteur de changement et un levier pour le développement durable du pays », estime-t-elle.

Après sa thèse, Ghina el-Hage Chéhadé compte poursuivre son travail sur la voie de la biotechnologie appliquée, en renouant avec le domaine médical. « Mon objectif est de transformer mes recherches sur les bioplastiques et les micro-organismes libanais en projets industriels et médicaux concrets, tout en explorant de nouvelles applications innovantes. » En parallèle, souhaitant transmettre ses connaissances à travers l'enseignement, elle espère également pouvoir consolider des collaborations internationales, acquérir une expertise en pilotage de projets scientifiques, gestion d'équipes et transfert technologique, « pour mener des initiatives ambitieuses et positionner le Liban comme un acteur reconnu dans les biotechnologies et la recherche médicale ».

Enfin, évoquant le prix L'Oréal-Unesco pour les femmes et la science - Talents Levant 2025, Ghina el-Hage Chéhadé estime que cette reconnaissance constitue un levier pour amplifier les retombées de ses recherches et lui offre l'opportunité d'accroître l'impact de son travail, « notamment en sensibilisant à la valorisation durable des ressources microbiennes locales et en inspirant d'autres femmes à s'engager dans les sciences, et particulièrement dans les biotechnologies ».