



PHOTOS: CLAUDE ALMIDOVAR

parcours

[Une approche interdisciplinaire]

Claude Grison a commencé sa carrière à la croisée de la biologie et de la chimie, en étudiant des bactéries résistantes aux antibiotiques. En 2008, la découverte fortuite d'une plante hyperaccumulatrice de zinc titille sa curiosité scientifique. Quelques mois plus tard,

la chimiste de formation se tourne vers l'écologie en intégrant le Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive de Montpellier, où elle met au point une méthode de dépollution des sols

en utilisant des plantes accumulatrices de métaux qu'elle valorise en écocatalyseurs. Elle dépose son premier brevet en 2009, une trentaine d'autres suivront. Mais son envie de

repenser la chimie en s'inspirant de la nature ne fait pas l'unanimité parmi ses collègues écologues. En 2014, elle fonde le laboratoire Chimie bio-inspirée et innovations écologiques

(ChimEco) rattaché au CNRS et à l'université de Montpellier, dont elle valorise les travaux au sein de BioInspir, la start-up qu'elle a créée en 2020 pour industrialiser l'écocatalyse.

Claude Grison
Directrice du laboratoire
ChimEco (UM-CNRS) et
cofondatrice de BioInspir

“ On repense la chimie en posant un nouveau regard sur la nature ”

Prix de l'inventeur européen 2022 dans la catégorie recherche, Claude Grison dirige le laboratoire Chimie bio-inspirée et Innovations écologiques. Elle détaille son approche mêlant chimie et écologie, mais aussi recherche et applications, et appelle à étudier la nature pour pouvoir la préserver.

Vous avez été distinguée par l'Office européen des brevets pour la méthode de décontamination des sols que vous avez mise au point en utilisant des plantes qui absorbent les métaux. Pouvez-vous nous en dire plus sur votre invention ?

Elle est le fruit d'une succession de rencontres fortuites. En 2008, quatre élèves en classe préparatoire aux grandes écoles sont venues me demander de l'aide pour leur projet sur la dépollution par les plantes. Je ne connaissais absolument rien à ce domaine, mais je leur ai proposé de me documenter sur le sujet. Dans la littérature, j'ai découvert l'existence d'une plante de la famille des brassicacées qui pousse sur un ancien site minier pollué au zinc dans le Gard. Cette espèce est capable d'extraire la pollution du sol et on trouve jusqu'à 7% de zinc dans ses feuilles! En travaillant avec un écologue qui étudiait cette plante à Montpellier, j'ai fait l'hypothèse que cette espèce pouvait être une solution naturelle pour restaurer le sol. Un problème subsistait: en mourant la plante relarguait dans la nature tout le zinc accumulé. J'ai alors cherché un moyen pour valoriser ses feuilles gorgées de métal et j'ai montré qu'elles pouvaient être utilisées comme écocatalyseurs dans des réactions chimiques.

Qu'y a-t-il derrière le terme « éco » que vous utilisez pour caractériser ces nouveaux catalyseurs ?

Nous avons repensé toute la catalyse en chimie pour mettre au point un procédé dont l'empreinte environnementale est fortement réduite. Traditionnellement, les catalyseurs sont des métaux dont la pureté conditionne l'efficacité. Or dans nos plantes dépolluantes, ces métaux d'intérêt sont associés au calcium, magnésium, potassium ou sodium présents naturellement dans le végétal. Les isoler implique de mettre en œuvre des procédés physico-chimiques énergivores et polluants. Or nous avons montré qu'un simple traitement thermique optimisé des feuilles gorgées de métaux détruit la matière organique et concentre la partie minérale pour obtenir des écocatalyseurs performants. Nous générons ainsi des structures polymétalliques inconnues du chimiste classique. À partir de leur structure électronique, des calculs théoriques nous orientent vers les réactions pour lesquelles nos écocatalyseurs peuvent être efficaces. Dans certains cas, nous avons découvert que la catalyse polymétallique peut être plus performante que la catalyse conventionnelle.

L'entretien

Pouvez-vous nous donner des exemples de la performance de cette catalyse polymétallique ?

Lors de la photosynthèse, l'oxydation de l'eau en oxygène est naturellement catalysée par un oxyde métallique manganèse-calcium. En Nouvelle-Calédonie, nous avons identifié une plante spécialisée dans l'hyperaccumulation du manganèse, qui est transporté par les mêmes canaux ioniques que les ions calcium. Nous avons retrouvé cette association manganèse-calcium dans les feuilles de la plante, puis dans notre écocatalyseur. En mimant ce qu'il se passe lors de la photosynthèse, nous avons utilisé cet écocatalyseur comme substitut d'agents oxydants dans certaines réactions d'oxydation. Un autre exemple ? Lors de la catalyse au palladium, très utilisée dans l'industrie pharmaceutique, les particules métalliques s'agrègent entre elles, limitant le nombre de centres métalliques disponibles pour la catalyse. Trois solutions sont envisageables : utiliser beaucoup de palladium, mais le coût du métal ne cesse d'augmenter ; utiliser des additifs anti-agrégation, mais ces produits sont polluants ; synthétiser un catalyseur dans lequel le palladium est entouré d'un ligand, mais sous cette forme, le métal est difficilement recyclable. De notre côté, nous avons mis au point des filtres végétaux capables de récupérer le palladium dans les effluents industriels pour en faire un écocatalyseur, dans lequel les autres métaux présents dans la plante forment une matrice minérale sur laquelle les atomes de palladium sont extrêmement dispersés, très stables et ne s'agrègent pas. Grâce à la catalyse polymétallique, nous utilisons très peu de palladium.

Quelle est la spécificité de votre démarche face à des problématiques aussi anciennes que la pollution des sols et de l'eau ?

Notre innovation repose sur des solutions naturelles, pour résoudre les problèmes environnementaux, et la bio-inspiration, pour valoriser ces solutions naturelles en chimie : on repense la chimie en posant un nouveau regard sur la nature. Par exemple, certaines plantes dépolluantes sont des espèces envahissantes transformées en biomatériaux inoffensifs mais très efficaces. Elles présentent une dynamique végétative anormale mais intéressante, et leur potentiel physiologique mérite d'être compris. Pour arriver à une telle démarche, il faut accepter la double culture chimique et écologique. En tant que chimiste, il faut avoir la modestie de reconnaître que la meilleure chimie est celle de la nature. Et en tant qu'écologue, il faut se dire qu'il ne suffit pas d'étudier le comportement d'une plante à l'échelle de l'espèce ou de



“ *L'interdisciplinarité est au cœur des innovations de demain. Notre laboratoire est composé de chimistes et d'écologues de différentes sensibilités.* ”

la communauté d'espèces pour la comprendre. Beaucoup de mécanismes importants se déroulent à l'échelle moléculaire et relèvent de la chimie. Plus généralement, je pense que l'interdisciplinarité est au cœur des innovations de demain. C'est un élément essentiel pour élargir ses connaissances, développer de nouveaux raisonnements et trouver de nouvelles solutions. Notre laboratoire est composé de chimistes et d'écologues de différentes sensibilités. Actuellement, nous accueillons une anthropologue qui observe notre démarche et nos raisonnements dans le cadre de sa thèse.

Une anthropologue ? Votre démarche est-elle à ce point un « objet de curiosité » ?

Malheureusement, oui... Il est vrai qu'on entend de plus en plus parler d'interdisciplinarité dans la recherche mais dans les faits, rien n'est simple. Traditionnellement, le monde académique est sectorisé : un chercheur appartient à une discipline, et certaines disciplines échangent peu entre elles. Ceux qui voudraient faire tomber ces barrières se heurtent au fonctionnement du système administratif qui n'est pas en adéquation avec cette approche. Au CNRS, nous avons

la chance que toutes les disciplines coexistent mais sur le plan administratif, aucun laboratoire ne peut être interdisciplinaire. Chaque laboratoire doit être rattaché à une discipline majoritaire. De même qu'à l'université, il doit être rattaché à un pôle, un département. Finalement, les codes ne bougent pas très vite. Et c'est regrettable car nous savons depuis bien longtemps que l'interdisciplinarité est essentielle. Déjà Pasteur défendait l'idée que la science est « une », et que seule la faiblesse de notre esprit y établit des catégories.

Une autre frontière, celle entre la recherche et l'industrie, est aussi difficile à franchir. Pourtant, vous avez collaboré avec plusieurs industriels pour déployer vos solutions de dépollution sur le terrain. Cette démarche collaborative a-t-elle été bien accueillie ?

Il est vrai que la frontière entre ces deux mondes n'est pas très perméable, et encore moins quand il est question d'écologie. Lorsque j'ai voulu déployer à grande échelle mon procédé de dépollution, j'ai pris contact avec un opérateur minier français sur les terres du nickel en Nouvelle-Calédonie. Il a tout de suite été intéressé par mes travaux et nous avons travaillé ensemble pendant dix ans. Dans le laboratoire d'écologie auquel j'étais rattachée à l'époque, certains collègues m'ont reproché de collaborer avec des miniers qu'ils considéraient comme des pollueurs.



“ *La mission du chercheur consiste aussi à accompagner le transfert de ses connaissances vers la sphère socio-économique.* ”

Ensuite, certains ont crié au scandale lorsque j'ai déposé mon premier brevet sur l'écocatalyse, en m'accusant de breveter la nature. Évidemment, leurs accusations ne sont pas fondées. Nous n'avons pas déposé un brevet sur la capacité de la plante à extraire des métaux, mais sur un procédé de catalyse chimique.

Ce manque de soutien et de reconnaissance ne vous a pas arrêtée, puis-je vous avoir déposé plus d'une trentaine de brevets et fondé trois start-up pour permettre à vos innovations de pénétrer la sphère socio-économique. Selon vous, cela fait-il partie des missions du chercheur ?

J'en suis convaincue ! Mais là aussi, la communauté de chercheurs est divisée sur la question. Il y a ceux qui considèrent que notre rôle consiste avant tout à apporter de nouvelles connaissances et à rédiger de belles publications. Certains chimistes s'émerveillent devant le dernier li-

gand ultra-sophistiqué qu'ils ont synthétisé. Les écologues, eux, parlent souvent de la nature comme de leur « terrain de jeu ». Cette expression me choque. Nous ne sommes pas payés à satisfaire notre propre plaisir intellectuel ! Je suis de ceux qui pensent qu'il est important de dépasser le cadre des connaissances. La mission du chercheur est aussi d'accompagner le transfert de ses connaissances vers la sphère socio-économique. Un brevet est associé à une innovation que seul le chercheur maîtrise parfaitement, il doit aider l'industriel intéressé à se l'approprier.

Comment expliquez-vous que si peu de chercheurs partagent votre point de vue et quels conseils donneriez-vous à ceux qui voudraient tenter l'aventure de l'entrepreneuriat ?

Valoriser ses travaux sur le plan industriel nécessite des efforts supplémentaires souvent mal compris. Le dépôt et la valorisation des brevets

sont peu reconnus dans le monde académique français. Lorsque je dois remplir mon dossier d'évaluation annuel, je cherche désespérément la rubrique « brevets ». Personnellement, j'ai pris le risque d'accompagner le transfert de mes résultats de recherche, y compris en écologie, vers la sphère socio-économique. Si l'industrialisation des résultats aboutit, j'espère pouvoir donner à d'autres chercheurs écologues l'envie de suivre la même voie. Lors de la valorisation industrielle de ses résultats, le chercheur doit accepter de faire des choix. Parmi les réactions d'écocatalyse que nous avons mises au point, toutes ne sont pas industrialisables, soit parce qu'elles ne répondent pas à un marché porteur, soit parce qu'elles ne sont pas rentables sur le plan économique, soit parce que les contraintes de développement à grande échelle sont trop nombreuses... Certains jolis résultats de recherche doivent être oubliés, il s'agit d'une concession difficile sur le plan intellectuel. À l'inverse, le chercheur ne doit pas tout accepter, surtout quand une éthique écologique est présente dans sa démarche. Il est nécessaire de s'entourer d'une équipe qui partage ses propres valeurs.

Quelle peut être la portée de vos travaux face à la crise environnementale que nous vivons actuellement ?

Plutôt que nos travaux en eux-mêmes, je pense que nos recherches de solutions fondées sur la nature et de bio-inspiration sont essentielles. Au départ, quand on étudie une plante, un micro-organisme nouveau, on ne sait pas si un résultat significatif, un développement ou une valorisation seront possibles. Pour le savoir, il faut accepter de faire l'effort de mieux les comprendre, sans aucun préjugé ni idée toute faite. Aujourd'hui, si on veut préserver l'environnement, je pense qu'il faut commencer par mieux comprendre comment fonctionne la nature, et ce que celle que soit sa discipline d'origine. S'intéresser à la nature est un prérequis pour se donner une chance de la préserver. Il paraît essentiel d'orienter les supports financiers de la recherche vers une meilleure compréhension de la nature pour dégager de nouvelles pistes de réflexion, de solutions et d'actions face aux grands défis actuels. ■

Propos recueillis par **Alexane Roupioz**