

COMMENT LES SCIENTIFIQUES PEUVENT-ILS PRODUIRE DE L'HYDROGÈNE DE MANIÈRE PROPRE POUR CONTRIBUER À LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

L'HYDROGÈNE POURRAIT DEVENIR UN IMPORTANT VECTEUR D'ÉNERGIE PROPRE À L'AVENIR : IL PERMETTRAIT DE RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET DE CONTRIBUER À LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE. CEPENDANT, À L'HEURE ACTUELLE, LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE N'EST PAS UN PROCESSUS PROPRE : LA PLUPART DU TEMPS, ELLE GÉNÈRE DES GAZ À EFFET DE SERRE. LE DR. NICOLAS BOSCHER ET SON ÉQUIPE DU LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (LIST) UTILISENT DES TECHNIQUES DE GÉNIE CHIMIQUE ET S'INSPIRENT DE LA PHOTOSYNTÈSE DES PLANTES POUR DÉVELOPPER DE NOUVEAUX POLYMÈRES CAPABLES DE PRODUIRE DE L'HYDROGÈNE DE MANIÈRE PROPRE.

PARLEZ COMME EN INGÉNIEUR EN CHIMIE ET MATÉRIAUX

GAZ À EFFET DE SERRE : gaz tels que le dioxyde de carbone dans l'atmosphère terrestre qui piègent la chaleur et provoquent le changement climatique

COMBUSTIBLES FOSSILES : combustibles tels que le charbon, le pétrole et le gaz qui sont formés à partir des restes fossilisés de plantes et d'animaux pendant des millions d'années et qui émettent des gaz à effet de serre lorsqu'ils sont brûlés

ÉNERGIE PROPRE : énergie qui ne génère pas de polluants ou de gaz à effet de serre

PHOTOCATALYSEUR : matériau qui utilise l'énergie lumineuse pour générer ou

accélérer une réaction chimique

CHLOROPHYLLE : une molécule verte présente dans les plantes qui absorbe la lumière du soleil, permettant ainsi la photosynthèse

MICROPOREUX : un matériau microporeux contient de minuscules trous appelés pores

POLYMÈRE : une grande molécule constituée d'un enchaînement de nombreuses unités de répétition

SYNTHÈSE : une synthèse est la fabrication d'une molécule ou espèce chimique au laboratoire

L'utilisation d'hydrogène pour la production d'électricité dans une pile à combustible ne génère que de l'eau et ne produit pas de gaz à effet de serre, ce qui signifie qu'il a le potentiel d'être un carburant propre pour les voitures, les avions et d'autres processus qui dépendent actuellement des combustibles fossiles. Cependant, la production d'hydrogène génère souvent des émissions de gaz à effet de serre. Environ 95 % de l'hydrogène est actuellement produit à partir de combustibles fossiles, ce

qui limite son potentiel à devenir un carburant véritablement propre.

Le Dr. Nicolas Boscher et son équipe au Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) combinent leur expertise dans divers domaines scientifiques pour développer de nouveaux matériaux pour la production propre d'hydrogène. La production propre d'hydrogène doit contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à lutter

contre le changement climatique.

UN CARBURANT PROPRE

La plupart de l'hydrogène est actuellement produit à partir de méthane ou de gaz naturel, dans un processus qui génère du dioxyde de carbone : un gaz à effet de serre. Les scientifiques tentent de développer des méthodes alternatives de production d'hydrogène qui n'émettent pas de gaz à effet de serre, afin que l'hydrogène puisse devenir un carburant totalement propre. Pour Nicolas et son équipe, il s'agit de travailler sur un processus appelé craquage photocatalytique de l'eau. Leurs méthodes s'inspirent d'une partie du processus de photosynthèse par lequel les plantes utilisent l'énergie du soleil pour transformer l'eau (H_2O) et le dioxyde de carbone (CO_2) en oxygène (O_2) et en sucre ($C_6H_{12}O_6$). Nicolas explique que « depuis plus de trois milliards d'années, la nature divise l'eau en utilisant la lumière du soleil ». Le craquage photocatalytique de l'eau, appelée aussi photosynthèse artificielle, utilise la lumière pour fractionner les molécules de H_2O en H_2 et O_2 .

IMITANT LA PHOTOSYNTÈSE

Nicolas et son équipe créent de nouveaux polymères photocatalytiques en combinant des molécules de la famille de la chlorophylle ou d'autres pigments fortement colorés. Le matériau photocatalytique résultant doit avoir deux propriétés clés : 1) il doit être capable d'absorber la lumière et de la convertir en énergie chimique, et 2) il doit être microporeux avec des

Commission Européenne, Fonds National de Recherche de Luxembourg (FNR)

Le projet CLEANH2 a reçu un financement du Conseil Européen de la Recherche (ERC) dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne (convention de subvention n° 865985).

Le projet TODAM a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention Marie Skłodowska-Curie n° 101031568.

Le projet POLYPORPH a été financé par le Fonds National de la Recherche (FNR) du Luxembourg dans le cadre du programme CORE (C15/MS/10340560).



DR. NICOLAS BOSCHER

Chercheur au Luxembourg Institute of Science and Technology, Luxembourg

DOMAINE DE RECHERCHE

Chimie des matériaux

PROJETS DE RECHERCHE

CLEANH2, TODAM et POLYPORPH : développement de nouveaux matériaux pour la production propre d'hydrogène, réduisant ainsi les émissions de gaz à effet de serre

FUNDERS

Commission Européenne, Fonds National de Recherche de Luxembourg (FNR)

EXPLOREZ UNE CARRIÈRE DANS LE DOMAINE DE LA CHIMIE DES MATÉRIAUX

- Les chimistes des matériaux utilisent différentes techniques pour comprendre le fonctionnement des matériaux et pour concevoir et synthétiser de nouveaux matériaux intelligents.
- Il est courant que les chimistes des matériaux travaillent au sein d'une équipe aux compétences variées, comme des ingénieurs et des physiciens.
- Le Fonds National de la Recherche de Luxembourg fournit de nombreuses informations utiles sur son site Web, notamment des détails sur les événements scientifiques au Luxembourg.
- Les salaires peuvent varier en fonction du lieu de travail des chimistes des matériaux, par exemple dans une université ou dans une autre organisation. Selon www.glassdoor.fr, le salaire moyen national d'un chercheur est de 61 000 euros par an au Luxembourg.

sites actifs auxquels les molécules peuvent se lier afin que les réactions chimiques puissent avoir lieu. Nicolas déclare : « Imaginez un film polymère aux couleurs intenses sur lequel des bulles d'hydrogène et d'oxygène se forment lorsqu'il est immergé dans l'eau, sous la lumière du soleil ».

SYNTHÉTISER DE NOUVEAUX POLYMÈRES

« La synthèse de nos polymères photocatalytiques n'est pas simple », explique Nicolas. Certaines des molécules utilisées ont une mauvaise solubilité, c'est-à-dire qu'elles ne se dissolvent pas bien dans les liquides. Il est donc difficile de synthétiser des polymères photocatalytiques en utilisant une approche traditionnelle de "chimie humide" (avec des produits chimiques principalement liquides).

Pour surmonter ce problème, Nicolas et son

équipe font réagir leurs molécules en phase gazeuse pour synthétiser des polymères aux propriétés photocatalytiques. Selon Nicolas, cette approche en phase gazeuse ouvre la porte à de nombreuses autres possibilités, comme tester et combiner de nouvelles molécules en tant que sous-unités de polymère et donc concevoir des polymères inédits. Nicolas travaille sur la synthèse en phase gazeuse de nouveaux matériaux depuis le début de son doctorat en 2004. Il a depuis travaillé au Royaume-Uni, aux États-Unis et au Luxembourg pour développer de nouveaux matériaux intelligents. Son équipe de recherche actuelle, qui combine un large éventail d'expertises, développe de nouveaux polymères pour le craquage photocatalytique de l'eau.

LES AVANTAGES

Si l'hydrogène pouvait être produit sans générer

de gaz à effet de serre, il pourrait devenir un carburant totalement propre et être utilisé dans un large éventail d'applications, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique. Si la transition de l'essence et du diesel vers les voitures électriques est un autre moyen important de réduire les émissions de gaz à effet de serre, les gros véhicules tels que les bus, les trains, les camions, les bateaux et les avions ont besoin de batteries trop lourdes (~1500 kg) pour fonctionner à l'électricité. L'hydrogène est une alternative bien plus attractive. En outre, l'hydrogène peut également être utilisé pour générer de la chaleur et de l'électricité propres pour les besoins domestiques et industriels.

Outre la production d'hydrogène, les recherches menées par l'équipe de Nicolas pourraient également jeter les bases d'un large éventail de nouvelles approches en chimie. Des matériaux photocatalytiques pourraient être conçus pour imiter d'autres processus biologiques et d'autres réactions chimiques, comme la production de plastiques à partir de dioxyde de carbone. Selon Nicolas, cela représenterait un pas de géant vers des approches beaucoup plus durables de la chimie qui n'utilisent pas de ressources fossiles, connues sous le nom de « chimie verte », et façonnerait le travail des futurs chimistes.

LES MEILLEURS CONSEILS DE NICOLAS

- 01** Soyez déterminé et méthodique. Le développement d'une approche rationnelle et structurée vous donnera le courage d'explorer des domaines inexplorés et de relever les défis.
- 02** Complétez vos compétences. Ne vous en tenez pas à ce que vous savez déjà ou à ce que vous avez déjà fait dans le passé. Apprenez de vos collègues, développez de nouvelles compétences et combinez-les avec votre propre expérience pour explorer les choses sous un nouvel angle.
- 03** Gardez l'esprit ouvert et apprenez de vos erreurs. Tenez compte de toutes les remarques, en particulier des critiques, qui sont souvent une excellente occasion de s'améliorer. Ne laissez pas les échecs et les erreurs vous arrêter. Analysez-les et adaptez votre approche pour réussir la prochaine fois.

RENCONTREZ L'ÉQUIPE

DR. DRIALYS CARDENAS-MORCOSO

NATIONALITÉ : CUBAINE

DOMAINES DE RECHERCHE : RADIOCHIMIE, PHYSIQUE APPLIQUÉE



J'ai rejoint CLEANH2 pour contribuer à la compréhension de la structure et des propriétés des polymères développés dans le projet.

Depuis l'enfance, je suis curieuse et désireuse de comprendre les processus de la nature. En grandissant, j'ai participé à des projets scientifiques à l'école. Au cours de mon master et de mon doctorat, je me suis concentrée sur la synthèse et la caractérisation de matériaux pour la conversion de l'énergie solaire, en particulier, sur la production de carburants solaires. J'apporte maintenant ce que j'ai appris au projet CLEANH2, en aidant à comprendre et à développer des systèmes de production d'hydrogène solaire.

Ayant grandi à Cuba, j'ai été impressionnée par les avancées scientifiques de mon pays, notamment dans le domaine de la biotechnologie et du développement de matériaux, malgré des ressources limitées. Je pense que l'investissement dans le développement technique et scientifique à Cuba au cours des

dernières décennies a motivé de nombreuses personnes de ma génération à poursuivre des carrières scientifiques.

Je suis également très préoccupée par les problèmes environnementaux et leurs conséquences, notamment pour les générations futures. J'ai décidé, dans la mesure du possible, d'orienter ma carrière scientifique vers le développement d'approches pouvant contribuer à un avenir durable.

Je suis très fière d'avoir contribué à des projets visant à développer des dispositifs pratiques pour produire des carburants propres à partir de matériaux abondants et durables. Mon objectif futur est de diriger un projet de recherche visant à développer de nouveaux matériaux et de nouvelles approches pouvant aider à répondre aux demandes énergétiques actuelles de manière sûre et respectueuse de l'environnement.

DR. MAREK KRZYSZTOF CHARYTON

NATIONALITÉ : POLONAIS

DOMAINES DE RECHERCHE : CHIMIE ORGANIQUE (COLORANTS FONCTIONNELS), SCIENCES DES MATÉRIAUX



Dans le cadre du projet TODAM, je suis responsable de la conception, de la synthèse et de la compréhension des propriétés fondamentales de nouveaux matériaux organiques (à base de carbone).

J'ai grandi dans une région connue comme "le poumon vert de la Pologne" pour ses vastes forêts, ses lacs post-glaciaires, ses bassins versants et ses vallées fluviales. J'avais l'habitude de passer beaucoup de temps dans les forêts pour en apprendre davantage sur la faune, les différents écosystèmes et la façon dont l'écologie est liée à la société moderne.

Quand j'étais enfant, je regardais souvent des documentaires et lisais des livres sur la botanique et la zoologie. Les parties les plus fascinantes étaient celles liées à la découverte d'une nouvelle

fonctionnalité d'une espèce connue. Cela m'a conduit à la chimie organique inspirée par la nature et par les matériaux biosourcés.

Pour moi, ce qui est le plus gratifiant dans le domaine de la synthèse des colorants organiques, c'est lorsque des composés non colorés (des molécules simples et petites) réagissent pour former des produits aux couleurs intenses (des molécules plus grandes et à la structure plus complexe). Le défi est que même de petites différences dans les conditions de réaction ou des traces d'impuretés dans les substances utilisées peuvent conduire à des résultats qui ne peuvent être que difficilement reproduits. Et il arrive qu'une erreur malheureuse conduise à une découverte très heureuse. Un scientifique doit toujours s'efforcer de comprendre ce qui s'est passé durant la réaction.

LES MEILLEURS CONSEILS DE L'ÉQUIPE

- 01 Soyez discipliné et tenace : Dans la recherche scientifique, il faut parfois continuer à travailler dur même si vous ne voyez pas de succès immédiat. Mais si vous persévérez, les résultats peuvent être très gratifiants.
- 02 Soyez curieux et n'hésitez pas à explorer les questions difficiles, car ce sont peut-être celles auxquelles il est le plus important de répondre.
- 03 Soyez passionné ! Comme l'a dit Steve Jobs, « La seule façon de faire du bon travail est d'aimer ce que vous faites ».

DR. KAMAL BABA

NATIONALITÉ : ALGÉRIENNE

DOMAINES DE RECHERCHE : GÉNIE CHIMIQUE ET DES PROCÉDÉS



Quand j'étais enfant, j'étais toujours curieux de savoir comment les choses fonctionnaient. Je voulais comprendre le fonctionnement de objets comme une voiture électrique, une radio, une dynamo de vélo, mais aussi les phénomènes naturels comme le jour et la nuit, les saisons, la pluie et la neige. J'ai beaucoup appris à l'école, mais j'ai aussi appris en regardant la télévision et par l'expérience de la vie : quand quelque chose se cassait à la maison, j'étais toujours heureux d'essayer de le réparer !

Je suis arrivé dans le domaine des sciences très tard et par hasard. Lorsque j'ai décidé d'étudier le génie chimique, je rêvais de devenir un ingénieur dans l'industrie du pétrole et du gaz, qui est l'un des

meilleurs secteurs pour travailler en Algérie. Cependant, après avoir obtenu mon premier diplôme, j'ai décidé de poursuivre mes études et de vivre à l'étranger. Pendant mon master en France, j'ai eu plusieurs fois l'occasion de visiter des laboratoires de recherche et de discuter avec de nombreux professeurs. Je trouvais toujours très intéressant de voir comment les scientifiques et leurs étudiants, les ingénieurs et les techniciens travaillent. À la fin de mon master, un de mes professeurs m'a convaincu de faire un stage de recherche dans son laboratoire. Ce fut une expérience très positive et motivante, et il m'a semblé naturel de poursuivre cette expérience en tant que doctorant, puis chercheur.

MAX HEIDERSCHIED, MSC

NATIONALITÉ : LUXEMBOURGEOISE

DOMAINES DE RECHERCHE : CHIMIE INORGANIQUE ET ORGANIQUE



Au cours de mon doctorat, je suis impliqué dans le développement, la caractérisation et l'étude de l'influence de différentes molécules sur la synthèse et les propriétés de polymères photocatalytiques.

Ayant grandi dans la campagne luxembourgeoise, je me suis toujours intéressé aux phénomènes naturels. Le lycée a éveillé mon intérêt pour les sciences naturelles, en particulier la chimie. J'ai fait ma licence en chimie inorganique, où j'ai participé à un projet sur la synthèse de catalyseurs capables de produire de l'hydrogène par photosynthèse artificielle. J'ai poursuivi avec mon master en chimie bioorganique, en me concentrant sur la synthèse de nouveaux blocs de construction d'ADN et d'ARN. Ma recherche de doctorat combine tous mes domaines d'intérêt, en se concentrant sur l'objectif des carburants propres pour l'avenir.

Le plus épuisant et le plus gratifiant dans la chimie, c'est qu'elle recouvre plusieurs domaines et qu'elle est très vaste. Il est assez

difficile d'accumuler des connaissances de base au début, mais lorsque vous pouvez relier toutes les connaissances, cela vous permet de comprendre de nombreux phénomènes naturels. Un grand avantage des sciences naturelles, et en particulier de la chimie et de la science des matériaux, est que vous pouvez appliquer ce que vous avez appris et obtenir des preuves physiques des connaissances que vous avez appliquées.

Bien que je sois encore au début de ma carrière scientifique, je suis très fier d'avoir une licence en chimie inorganique, un master en chimie bioorganique et de poursuivre maintenant un doctorat en science des matériaux. À chacune de ces étapes, je me suis aventuré dans de nouvelles eaux pour poursuivre mes domaines d'intérêt actuels. Je suis également très fier de participer à un projet qui vise à produire de l'énergie renouvelable pour contribuer à rendre le monde plus durable.

PARCOURS DE L'ÉCOLE À LA CHIMIE DES MATÉRIAUX

- Les membres de l'équipe de Nicolas ont des formations variées, avec des masters et doctorats spécialisés dans différents domaines liés à la chimie, à la physique et au génie chimique. Cependant, ils ont un point commun important : ils poursuivent tous leurs passions et leurs intérêts, ce qui les amène à apporter leurs compétences individuelles aux activités de recherche de l'équipe.

- Pour participer à un projet comme CLEANH2, il faut être titulaire d'une licence (généralement suivie d'un master spécialisé) dans un domaine connexe. Cela vaut donc la peine d'étudier les différents types de cours de chimie et de science des matériaux pour voir ce qui vous intéresse. Comme l'explique Max, « il est important d'avoir une bonne connaissance générale de la chimie, ainsi que de la physique et des mathématiques. En acquérant ces connaissances de base, vous vous rendez rapidement compte de ce qui vous intéresse le plus et de la voie et des spécialisations que vous souhaitez suivre ».

- Drialys souligne l'importance du réseautage, de rencontrer et discuter avec des personnes du métier lorsque l'on envisage une carrière dans ce domaine. Elle conseille : « Ne manquez pas l'occasion de participer aux ateliers scientifiques ou aux conférences pour jeunes scientifiques que les universités organisent souvent. Vous pouvez également rechercher des possibilités de stage dans des laboratoires ».

- Vous trouverez de plus amples informations sur les carrières en chimie à l'adresse suivante : nationalcareers.service.gov.uk/job-profiles/chemist