

# La chimie d'aujourd'hui marque des points pour demain

## Un projet d'enseignement qui plonge les lycéens au cœur de la démarche scientifique

Fabrice Maréchal

Le programme de terminale S de la spécialité physique chimie s'organise autour de mots-clés tels que nouveaux matériaux, colles, adhésifs, nanoparticules, matériaux nanostructurés... Ainsi, dès avril 2014, en tant que professeur de physique chimie au lycée La Bourdonnais de Curepipe (Île Maurice), je recherchais des manipulations originales à proposer à mes élèves. Un article intitulé « Une méthode révolutionnaire pour coller les gels » a attiré mon attention ; je le trouvais particulièrement approprié de par la simplicité de sa mise en œuvre et souhaitais partager mon enthousiasme et ma curiosité avec mes élèves, tout en leur montrant comment cela fonctionne vraiment.

C'est ainsi que j'ai contacté le professeur Ludwik Leibler (CNRS/ESPCI ParisTech). Lui et son équipe venaient de mettre au point une « colle » (qui n'en est pas vraiment une !) à base de nanoparticules de silicate permettant de « souder » les gels et les tissus biologiques.

Le professeur Leibler s'est immédiatement impliqué ; il nous a conseillés et notamment aidés à nous procurer cette solution aqueuse de nanoparticules de silicate (Ludox® TM 50) chez Sigma Aldrich, tout en nous mettant en garde : pas d'expérimentation sur le vivant !

Après quelques semaines d'échanges de courriels, il a accepté d'être notre « chercheur associé » au sein d'une APP Monde « Tous chercheurs » (Action pédagogique pilote) portée par l'AEFE (Agence pour l'enseignement français à l'étranger). Ce projet vise à encourager les vocations et les poursuites d'études scientifiques chez les élèves de terminale S. En effet, travailler en partenariat avec un chercheur sur un sujet d'actualité plonge l'élève au cœur de la démarche scientifique, de sa rigueur et de son ouverture d'esprit.

Désormais, deux lycées de l'Île Maurice (le lycée La Bourdonnais de Curepipe et le lycée des Mascareignes de Moka) travaillent sur le sujet. Nous avons ainsi étudié expérimentalement l'influence du pH sur l'adhésion, le collage de la plèvre sur le poumon, effectué des tests de collage sur divers matériaux – gélatines animales et végétales –, évalué la résistance à la contrainte, étudié des aspects théoriques... Nos résultats, parfois pionniers, ont beaucoup intéressé le professeur et les élèves en ont été très fiers ! À juste titre... Ainsi, à l'occasion d'une conférence à Aspen (Colorado, États-Unis), il a illustré son intervention sur la réparation des tissus organiques en évoquant nos travaux. Il en a profité pour présenter nos échanges et nos résultats expérimentaux. Quel bel hommage pour nous !

Les Olympiades nationales de la chimie 2015, par le biais du concours de communication « Parlons Chimie », nous ont offert le moyen de prolonger nos échanges avec le professeur Leibler, tout en communiquant sur nos travaux.

L'idée étant la même : *travailler autrement* avec les élèves, en fédérant leur attention autour d'un projet liant un groupe d'élèves à un chercheur français de renommée internationale. C'est dans le cadre de l'AP (Accompagnement personnalisé) et du Club de physique du lycée La Bourdonnais que notre projet de participation au concours a pris forme. Vingt et un élèves de première S se sont impliqués, à raison d'une ou deux heures hebdomadaires, autour des travaux innovants de M. Leibler.

Dans un avenir plus ou moins proche, cette solution de nanoparticules pourrait remplacer les points de suture pour « coller » les chairs molles, comme le foie ou les poumons, qui sont déchirées au passage de l'aiguille nécessaire aux points de suture. De plus, comme elle ne crée pas de barrière entre les chairs, comme le font les colles actuelles à base de polymères, la cicatrisation est naturellement accélérée. Les avantages semblent multiples, d'où le titre de notre projet : « *La chimie d'aujourd'hui marque des points pour demain* ». Nous avons demandé et obtenu l'accord de principe du professeur Leibler quant à notre démarche.

Entre novembre 2014 et avril 2015, nous avons donc tenté notre chance au concours des Olympiades, dont l'un des objectifs vise à améliorer l'image de marque de la chimie par des actions concrètes.

Le travail a été réparti entre six groupes de trois à quatre élèves autour des tâches sui-

vantes : les avantages de la colle, les actions de communication au lycée, les expérimentations, la communication avec les médecins, la théorie de l'adhésion et les inconvénients de la colle.

Au rythme d'une à deux heures par semaine, nous avons structuré les différentes parties, tout en veillant à ce que chaque groupe soit informé des avancées des autres. Malgré quelques rares moments de lassitude, le dynamisme généré par ce projet, durant des mois, fut une vraie réussite et l'adhésion des élèves une réelle satisfaction.

Afin de favoriser le rayonnement de notre travail, nous avons organisé une conférence d'une quarantaine de minutes au lycée. Les élèves de première S candidats à « Parlons Chimie » l'ont présentée, seuls, devant une centaine d'élèves de seconde et de première accompagnés de leurs professeurs.

Quelques minutes avant le début de la conférence, nous avons été en contact *via* Skype avec le professeur Leibler qui nous a encouragés, mais qui n'a malheureusement pas pu assister à la présentation. Celle-ci s'est déroulée en six parties, une par groupe. Après une brève introduction lancée par une vidéo humoristique présentant l'utilité de la solution de nanoparticules, les jeunes conférenciers se sont lancés dans l'explication théorique du fonctionnement de la colle, de ses avantages et de ses potentiels inconvénients. Une interview du

Affiche pour la conférence au lycée.



© UIC

Roan et Michaël ont mis le jury de « Parlons chimie » à contribution.

médecin du lycée a également été présentée, ainsi que les différentes expériences réalisées pour tester l'efficacité de cette « colle ». Durant toute la présentation, les auditeurs ont montré une grande attention et leur vif intérêt pour cette avancée médicale. La presse nationale mauricienne s'est également impliquée dans nos actions de communication en valorisant nos travaux dans ses colonnes.

Nous avons ainsi atteint notre but : donner une image positive des possibilités offertes par la chimie devant les élèves comme devant leurs enseignants, grâce à un sujet d'actualité impliquant la chimie et une personnalité française de la recherche scientifique.

Concernant les actions de communication, nous avons également visé un public de médecins et de chirurgiens à Maurice. Nous souhaitons avoir leur avis sur cette « colle ». Qu'en pensaient-ils ? Quel était leur point de vue ? Allaient-ils l'utiliser quand elle serait disponible ? S'agissait-il vraiment d'une révolution ? Malheureusement, malgré de nombreux courriels, lettres, questionnaires et coups de téléphone, nous n'avons pas eu de retour. Visiblement, la communication avec les médecins sur un sujet encore à l'état de recherche n'a pas été notre meilleure idée !

Le 17 mars, André Gilles – professeur retraité, auteur de nombreux ouvrages pédagogiques et coordonateur du concours « Parlons chimie » – nous a annoncé que notre projet était retenu pour la finale à Paris avec sept autres, parmi les vingt quatre projets initialement déposés ; déjà une bien belle récompense pour le travail des élèves ! Vint ensuite le délicat moment de la sélection, car deux élèves seulement sont invités à se rendre à Paris (déplacements pris en charge par l'AEFE). Décider n'était pas facile... Les critères retenus ont été d'une part la participation à la conférence au lycée et d'autre part l'aisance à l'oral, puisqu'il s'agirait de convaincre un jury.

Souvent lors de la pause déjeuner, nous avons préparé notre finale en nous conformant aux règles de la compétition : une présentation orale de vingt minutes suivie d'un entretien d'une durée identique. Les deux élèves retenus, Roan Moonoosamy et Michaël Descombes, ont fait un travail remarquable de sérieux et de bonne volonté. Ils ont même mis le jury parisien en situation en leur faisant coller deux morceaux de foie en direct. Un grand moment ! Un grand merci également à Vincent Baumard, délégué AEFE aux Olympiades, pour tous ses précieux conseils et encouragements dans la préparation au concours et à l'entretien.

Notre séjour à Paris s'est poursuivi par une visite inoubliable à l'ESPCI, où le professeur Leibler et plusieurs de ses étudiants en thèse nous ont accueillis à bras ouverts. Nous avons beaucoup appris sur toutes les recherches en physique et en chimie en relation avec le projet d'adhésion des tissus.

C'est à la Maison de la Chimie en juin dernier que la cérémonie de remise des prix a eu lieu, avec une belle troisième place ex aequo pour notre sujet. Une petite déception, certes, mais vite oubliée. Nous avons savouré notre place sur le podium. C'est le cœur chargé d'émotions, de souvenirs, de diplôme et de cadeaux que nos deux élèves sont rentrés chez eux pour partager leur voyage avec le reste du groupe. Une aventure extraordinaire et des souvenirs qu'ils ne sont pas prêts d'oublier...



© EPO.

## Ludwig Leibler, inventeur européen de l'année 2015

Le 11 juin dernier, l'Office européen des brevets a décerné le prix de l'Inventeur européen, catégorie « Recherche », à Ludwig Leibler, directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS, professeur associé et directeur du Laboratoire Matière Molle et Chimie à l'ESPCI ParisTech\*. Avec son équipe, ils ont synthétisé un caoutchouc auto-cicatrisant et introduit les

vitrimères, nouvelle classe de matériaux organiques qui se comportent comme du verre. Ces matériaux inédits, recyclables et autoréparables, légers, peu coûteux, robustes et faciles à fabriquer, offrent de nombreuses perspectives d'applications dans l'industrie automobile, l'aéronautique, le bâtiment, l'électronique, les loisirs... Ils sont basés sur le principe de la relaxation des contraintes par des liens échangeables. Plus récemment, ce même principe a conduit l'équipe vers la colle révolutionnaire capable de remplacer les points de suture décrite dans cet article.

Membre de l'Académie des sciences depuis novembre 2014\*\*, Ludwig Leibler avait reçu en 2013 la Médaille de l'innovation du CNRS pour ses recherches exceptionnelles. Il s'était déjà vu décerner également entre autres la Médaille d'argent du CNRS en 1989, le Prix Pierre Süe, Grand Prix de la Société Chimique de France, en 2009, et le Grand Prix de la Fondation de la Maison de la Chimie en 2012. À ce jour, il a déposé plus de 50 brevets et publié près de 200 articles scientifiques.

\* [www.epo.org/news-issues/press/releases/archive/2015/20150611c\\_fr.html](http://www.epo.org/news-issues/press/releases/archive/2015/20150611c_fr.html)

\*\* Le laboratoire Matière Molle et Chimie est une unité mixte de recherche CNRS/ESPCI ParisTech (UMR 7167).

\*\* Lire son discours « Les polymères dans tous leurs états », prononcé lors de la cérémonie de réception des nouveaux membres le 23 juin dernier : [www.academie-sciences.fr/fr/Discours/les-polymeres-dans-tous-leurs-etats.html](http://www.academie-sciences.fr/fr/Discours/les-polymeres-dans-tous-leurs-etats.html)

Un concours passionnant, les XXXI<sup>e</sup> Olympiades de la chimie, et un chercheur passionné, le professeur Leibler, nous ont permis de réaliser une belle année scolaire au lycée La Bourdonnais. Merci aux Olympiades et à tous ceux qui les font vivre, et encore merci à M. Leibler pour sa générosité, sans lequel rien de tout cela n'aurait eu lieu.

- Introduction humoristique au projet : <https://www.youtube.com/watch?v=sCZnwQemIS4>
- Petit montage de la conférence au lycée La Bourdonnais : <https://www.youtube.com/watch?v=IE7GJkf2kCc>
- Résumé en images du concours « Parlons Chimie » : <https://www.youtube.com/watch?v=rBBcg26r2sg>
- Le professeur Leibler évoque notre travail collaboratif lors du colloque d'Aspen, Colorado (4 février 2015) : <https://www.youtube.com/watch?v=6W9MGzyJQ&feature=youtu.be>



### Fabrice Maréchal

est professeur de physique chimie au lycée La Bourdonnais (AEFE), Île Maurice\*.

\* Lycée La Bourdonnais, Forest Side A 10, Curepipe, Maurice.  
Courriel : [fabrice.marechal@lyceelabourdonnais.org](mailto:fabrice.marechal@lyceelabourdonnais.org)