

Réalisation d'expériences dans les laboratoires CEISAM

Le mardi 7 juin, les élèves impliqués dans le projet « Passeport Recherche » sont allés finaliser les expériences envisagées au lycée visant à dépolluer une eau par le phénomène dit de photo-catalyse. Le polluant « test » choisi est du bleu de méthylène car il est stable (donc la nature ne le dégrade pas elle-même facilement) et il est coloré (donc cela donne la possibilité de suivre l'évolution de sa concentration résiduelle en « mesurant sa teinte » car celle-ci est proportionnelle à la concentration). Nous avons été accueillis 3 heures par le directeur de recherche, le Pr Pellegrin.

Le catalyseur utilisé est du dioxyde de titane (poudre blanche) pour des raisons complexes que nous ne développerons pas ici.

Pour la première série d'expériences de photo-catalyse, nous avons placé le bécher où a lieu la réaction de dégradation du bleu de méthylène sous une machine qui reproduit l'ensoleillement du soleil. La question était : faut-il vraiment éclairer sous UV le mélange réactionnel pour que la réaction de dégradation soit possible ? La lumière du soleil n'est-elle pas suffisante ? En théorie, d'après nos calculs en utilisant la « théorie des bandes », la réponse est non, mais seul 3 à 4 % de l'éclairement est efficace (la lumière qui possède ce que l'on nomme une longueur d'onde inférieure à 390 nm).



Nous avons ensuite utilisé le spectroscope UV-visible ci-dessous afin de suivre au cours du temps la dégradation du polluant par photo-catalyse en mesurant la concentration de celui-ci. En effet, pour de faibles concentrations, la grandeur mesurée par l'appareil (l'absorbance) est proportionnelle à la concentration en espèce colorée (loi de Beer-Lambert).

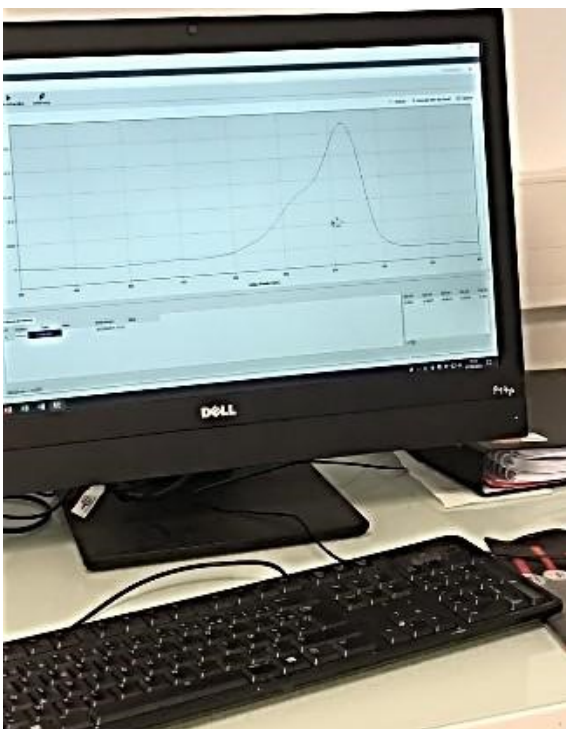


Le spectrophotomètre UV-visible

Les prélèvements introduits dans le spectrophotomètre sont placés au préalable dans une cuve de quartz parfaitement transparente pour la lumière et les UV (250 euros pièce !). Au lycée, nous utilisons des cuves en plastique et un colorimètre qui ne peut prendre des mesures que dans « le visible » ...



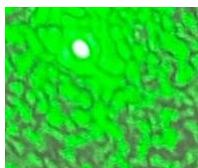
Cuves en quartz



Le spectre obtenu est affiché sur l'écran. Il présente bien un maximum d'absorption à 633 nm (bleu de méthylène en solution aqueuse) et le sommet de ce maximum permet de déterminer la concentration en polluant.

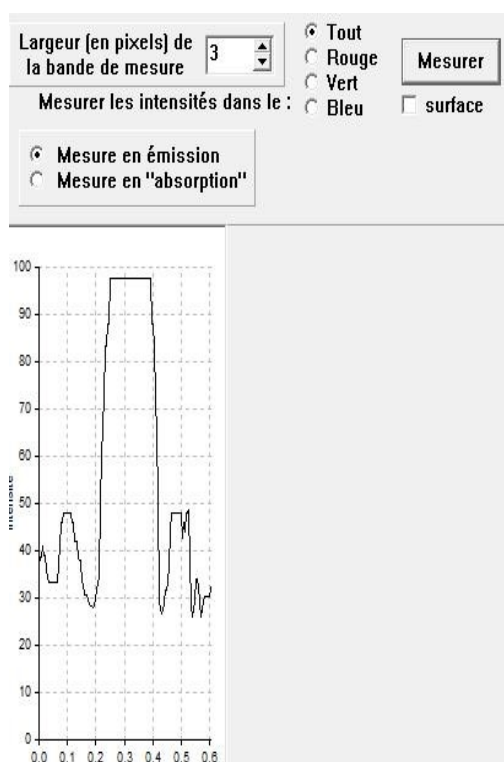
Une grande difficulté technique a été d'introduire seulement le bleu de méthylène résiduel dans la cuve et pas le dioxyde de titane car sinon toute mesure est impossible (le dioxyde de titane opacifie la solution).

Il a fallu, durant l'année, déterminer le diamètre moyen des particules de dioxyde de titane en utilisant le phénomène de diffraction au lycée avec pour objectif de les filtrer sélectivement. Les expériences nous ont donné le résultat suivant : les particules ont un diamètre en moyenne de 25 nanomètres.



Expérience de diffraction sur les particules de dioxyde de titane réalisée par Camille Fossey et Juliette Plusquellec de la terminale T4.

Les élèves ont dû analyser avec le logiciel Mesurim la figure de diffraction obtenue afin de pouvoir calculer le diamètre des particules avec précision grâce à l'obtention d'un « profil spectral » :

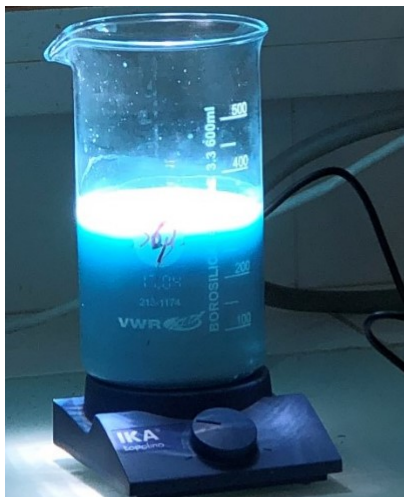


Le Pr . Pellegrin nous a indiqué qu'il existe des seringues « à filtre » qui permettent de filtrer uniquement les particules de dioxyde de titane en laissant passer le bleu de méthylène (car elles ont un filtre adéquat !).

C'est ce type de seringue à filtre qui a été utilisé par M. Pellegrin pendant la séance d'expérimentations aux laboratoires CEISAM :



La photo-catalyse n'ayant pas lieu, d'après les spectres recueillis pour une durée d'expérience d'environ 1 heure avec la lumière du soleil, nous avons choisi « d'activer » la réaction en soumettant le mélange réactionnel aux UV de longueur d'onde 270 nm :



Une expérience similaire avait été tentée au lycée par Louise Moal, Margot Le Glanic et Margot Métivier (terminale T4), sous une lampe « économique » qui produit en partie des UV (ce qui a été confirmé par l'utilisation d'un spectroscope à fibre !)

Bilan des expériences réalisées : la photo-catalyse est bien constatée sous UV ! Cependant, il faut optimiser celle-ci en jouant sur certains paramètres que nous garderons secrets ! Quel bonheur pour les élèves d'avoir un tel accueil par un chercheur qui a obtenu la médaille du C.N.R.S. pour ses travaux !

M. Balavoine, pour les élèves impliqués dans le projet.