

Suivi cinétique de la réaction de retour thermique d'un composé photochrome

Etude de la cinétique des réactions d'isomérisation d'un composé photochrome.

Le photochromisme est un phénomène naturel que l'homme a réussi à s'approprier en le reproduisant ludiquement (décorations, encres). La recherche est en interrogation quant aux applications de ce processus, comme le stockage de données. Ainsi, étudier un thème porteur et comprendre comment l'homme s'empare d'un mécanisme naturel me paraît intéressant.

Le photochromisme se caractérise par le changement de structure d'une molécule sous l'effet d'un rayonnement électromagnétique. Cette modification microscopique entraîne une rupture des propriétés macroscopiques (changement de couleur). On peut s'interroger sur l'homogénéité de la couleur à la surface d'un matériau photochrome et sur ses interactions avec le milieu extérieur.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- *PAUL-HAZARD Nola*

Positionnement thématique (étape 1)

CHIMIE (Chimie Organique), CHIMIE (Chimie Théorique - Générale), CHIMIE (Chimie Analytique).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)

Photochromisme

Cinétique

Irradiation

Absorbance

Solvant

Mots-Clés (en anglais)

Photochromism

Kinetic

Irradiation

Absorbance

Solvent

Bibliographie commentée

Le photochromisme se caractérise par une transformation réversible d'une forme stable à une forme métastable d'une espèce chimique ayant des spectres d'absorption différents. Ce phénomène résulte de l'absorption d'un photon entraînant une modification de la structure de la molécule : photoisomérisation, phototautomérie, réaction de cyclisation...

La réaction inverse peut se faire, suivant le type de photochromisme du composé [1] :

- soit par voie exclusivement photochimique (type P) ;
- soit par voie photochimique ou bien de manière spontanée par voie thermique (type T).

Par exemple, le DTSIB [4] et l'azobenzène [3] sont deux molécules appartenant à la catégorie des photochromes de type T.

Le photochromisme est un domaine de recherche qui connaît un regain d'intérêt de la part des industriels. Chaque type de photochromisme possède ses propres domaines d'application. En effet, le photochromisme de type P est utilisé dans le domaine du stockage optique de données. Cette application, particulièrement innovante et permettant de démultiplier la capacité de stockage des supports, est en cours de développement [1,2]. Les enjeux actuels de la recherche sur le photochromisme de type T concernent notamment les domaines de la lunetterie (développement de matériaux photochromiques compatibles avec les verres organiques) et des cosmétiques [1,2].

Ces différentes applications se sont inspirées de phénomènes mis en jeu dans la nature. Par exemple, notre oeil et plus précisément notre rétine, est sensible à la lumière. Le rétinale, par absorption d'un photon, change sa configuration (Z/E) et déclenche le mécanisme de la vision [3].

L'étude cinétique des réactions d'irradiation et de retour thermique des composés photochromes de type T est le coeur de notre projet. L'énergie d'activation nécessaire à l'isomérisation de ces composés est de l'ordre de 100 kJ/mol. Les deux formes de la molécule possédant des propriétés spectroscopiques différentes, le suivi de l'évolution des réactions est réalisé par mesure de l'absorbance en fonction du temps [5].

L'un des enjeux actuels des chercheurs et des industriels, dans le domaine du photochromisme, est d'identifier des paramètres susceptibles d'influencer la cinétique de la réaction d'irradiation, et même du retour thermique bien qu'il soit spontané. Si des paramètres influents sont clairement identifiés, ils pourraient être mobilisés dans des processus de contrôle et d'optimisation des propriétés des produits photochromes : modulation de la vitesse de changement de couleur, maîtrise de la réversibilité, contrôle des enjeux de fatigabilité... La fatigue d'un composé photochrome se définit par la perte de ses propriétés photochromes avec le temps ou sous irradiation prolongée [1].

Le solvant est un exemple de facteur influant sur la cinétique de ces réactions d'isomérisation [6]. En effet, le suivi de leur évolution, pour une gamme de solvants aux propriétés chimiques différentes (polarité, proticité, ou nature chimique), montre une corrélation entre leur cinétique et les propriétés des solvants.

Un autre défi technologique majeur pour les industriels est d'intégrer un pigment photochrome dans une formulation (encres, peintures, vernis...) sans en altérer les propriétés de changement de couleur.

Problématique retenue

-Quels paramètres extérieurs à la réaction de photoisomérisation influencent sa cinétique ?

-Comment une réaction de photoisomérisation est-elle influencée par le solvant ?

Objectifs du TIPE

Après une recherche dans la littérature nous avons sélectionné deux composés photochromes accessibles, le DTSIB et l'azobenzène, dont les méthodes d'irradiation correspondaient au matériel mis à notre disposition. Je me propose ainsi de:

1. synthétiser et d'analyser un composé photochrome, le DTSIB.
2. suivre cinétiquement sa réaction de retour thermique.
3. étudier la cinétique de la réaction d'irradiation sous UV de l'azobenzène via une mesure de l'absorbance en fonction du temps, en effectuant ce suivi dans un solvant différent de celui de mon binôme.
4. comprendre les problèmes que peuvent rencontrer les industriels lors de la production d'une pâte ludique aux propriétés photochrome.

Références bibliographiques

- [1] JONATHAN PIARD : Le photochromisme : définition et applications : *Le Bup n°954, vol.107, mai 2013, p.549-559*
- [2] ARNAUD SPANGENBERG : Photochromisme à l'état solide : élaboration de nanomatériaux, propriétés de commutation, interactions avec des nanoparticules d'or : *Thèse de doctorat de l'école normale supérieure de Cachan, octobre 2009*
- [3] RÉGIS BARILLÉ : Molécule azobenzène-Propriétés et applications photomécaniques de la commutation moléculaire : *Technique de l'ingénieur, Réf : E6440 V1, 2017*
- [4] JONATHAN PIARD : Synthèse et étude d'un composé photochrome de la famille des salicylidène-anilines : *Le Bup n°955-956, 2013, p.755-764*
- [5] HERNÀN E. PRYPSZTEJN : An Experiment on Photochromism and Kinetics for the Ungraduate Laboratory : *Journal of Chemical Education, vol.78 n°5, mai 2001*
- [6] JONATHAN PIARD : Influence of the Solvent on the Thermal Back Reaction of One Spiropyran : *Journal of Chemical Education, vol.91, 2014, p.2105-2111*