

Isolation thermique et lumineuse dans le double vitrage

Dans une perspective écologique, l'isolation est devenue un enjeu majeur dans la construction des bâtiments. Les matériaux autonomes tels que le vitrage double fonction pouvant combiner thermochromes et photochromes peuvent être développés dans une optique de confort visuel et de réduction de consommation énergétique. En effet, ces vitrages peuvent s'adapter automatiquement aux conditions extérieures et ainsi ajuster leur transparence pour contrôler l'apport en lumière naturelle par exemple. (Ils peuvent aussi permettre d'indiquer une exposition aux UV via un capteur permettant d'adapter le vitrage automatiquement par un système connecté.)

Les thermochromes et les photochromes sont des composés qui changent de couleur après modification d'un paramètre (température, lumière) et reviennent ensuite à leur état initial, créant ainsi un cycle pouvant se répéter un très grand nombre de fois dû à la faible fatigabilité de ces composés. De plus, le vitrage thermochromique peut agir comme un régulateur cyclique (le vitrage s'assombrit quand il fait chaud et s'éclaircit quand il fait froid) contrôlant la lumière entrant dans une pièce. Le capteur fonctionnant à l'aide de photochromes peut quant à lui, faire office de boucle de signalisation visuelle.

Positionnement thématique:

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

Mots-clés:

Français	Anglais
Photochromisme	Photochromism
Thermochromisme	Thermochromism
Vitrage intelligent	Smart glazing
Isolation thermique	Thermal insulation
Irradiation	Irradiation

Problématique retenue:

Comment peut-on optimiser un vitrage double fonction capable de réguler la température et la luminosité intérieure ?

Objectifs du TIPE:

1. Synthèse et analyse du composé photochrome DTSIB (pureté, CCM ou recristallisation, rendement) /synthèse d'un thermochrome
2. Réalisation du double vitrage avec une solution thermochrome intégrée.
3. Simuler un capteur mural qui indique une exposition aux UV.(dtsib) (renvoyant un signal simple et exploitable type binaire)

Bibliographie commentée:

Les termes de photochromisme et de thermochromisme désignent la capacité d'une molécule à changer de couleur. Les photochromes voient leur propriétés changer lors de l'absorption d'un rayonnement électro-magnétique ultraviolet, visible ou infrarouge, la molécule atteint ainsi son nouvel état avant de revenir à sa couleur d'origine lorsque celle-ci n'est plus soumise à une exposition lumineuse. Le thermochromisme est quant à lui, une propriété relative à la modification de la couleur d'une molécule à la suite d'une variation de température. Il apparaît donc une transformation réversible entre deux états A et B de façon cyclique.

Le photochromisme s'est notamment développé au cours du 20ème siècle avec l'apparition de nouvelles méthodes d'analyse (RMN, IR) qui ont permis de donner de véritables explications aux phénomènes observés depuis l'Antiquité. C'est seulement en 1950, que Hirshberg suggéra, pour la première fois, le terme de photochromisme pour décrire ce phénomène. Dans les années 1970 à 1980 on voit se développer le domaine de la lunetterie avec l'apparition des verres photochromes, encore utilisés aujourd'hui. Le domaine du photochromisme n'a ensuite cessé de prendre de l'importance au vu de ses implications en chimie, physique et biologie (système d'authentification à base d'encre, cosmétique, matériaux optiques...). [2] Un autre enjeu 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. Cela est déjà réalisable avec les composés thermochromiques qui présentent notamment un intérêt dans la conception durable. En effet, en les intégrant dans des vitrages, on peut jouer sur leurs différences de teintes pour modifier la façon dont les matériaux absorbent la chaleur. Ces vitrages thermochromes permettent de garder la vision sur l'environnement extérieur et de moduler l'admission de la lumière naturelle au sein d'une pièce. Ils s'adaptent ainsi de manière autonome aux conditions environnementales, en limitant les transferts de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur. La réponse de ces thermochromes est passive donc non consommatrice d'énergie. [7]

Selon un rapport des Nations Unies, paru en 2009 les bâtiments représentent 40% de la consommation mondiale d'énergie et les fenêtres sont notamment responsables de la moitié de cette consommation. Ces dernières sont généralement à haute émissivité, terme qui désigne la capacité d'une surface à absorber, puis à émettre un rayonnement thermique. De cette façon, plus l'émissivité est élevée et plus la chaleur s'échappe de cette surface. Un vitrage standard a un coefficient d'émissivité d'environ 0,84. [6]

Des chercheurs de l'Université de technologie de Nanyang (NTU), à Singapour, ont conçu une fenêtre intelligente thermoréactive à base d'hydrogel inséré entre des panneaux en verre. Cette technologie permettrait de réduire la consommation d'énergie de chauffage, de ventilation et de climatisation des bâtiments de près de 45% par rapport aux vitres actuelles. (elle s'avère donc 30% plus économe en énergie comparée au verre à faible émissivité actuellement disponible dans le commerce). De plus, ces composés intégrés aux vitrages ont également une faible fatigabilité et peuvent ainsi être utilisés à long terme tout en permettant d'obtenir un rendement et une efficacité maximum.

Cette technologie est aussi attrayante du point de vue économique, car son coût de production est plus faible que d'autres techniques qui utilisent par exemple un dépôt métallique. En effet, il est plus facile d'injecter un liquide entre deux panneaux de verre de façon uniforme et il est alors possible de créer ce type de fenêtre peu importe leur forme ou leur taille.

De plus, contrairement aux fenêtres double vitrage, constituées de deux plaques de verre séparées par de l'air, cette conception de vitrage thermochromique remplace l'air par un liquide, augmentant ainsi les capacités d'insonorisation de 15% par rapport aux fenêtres usuelles. [6]

Nous nous proposons de synthétiser des composés thermochromes et photochromes pour pouvoir modéliser leur influence sur le double vitrage par la suite.

Références bibliographiques:

[1]

Auteur 1,Auteur 2		
Jonathan Piard	Le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, 2013	Le Bup n°955-956, (2013), p.755-764
Rémi Métivier	Synthèse et étude d'un composé photochrome de la famille des salicylidène-anilines.	https://hal.science/hal-04065510v1/document

[2]

Auteur 1,Auteur 2		
Jonathan Piard	Le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, 2013	Le Bup n°954, p.549-559
	Le photochromisme : définition et applications.	https://hal.science/hal-04065508v1/file/5-BUP_Photochromisme.pdf

[3]

Auteur 1,Auteur 2		
Jonathan Piard	Le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, 2012	Le Bup n°947, p.971-984
	Étude cinétique d'une réaction photochrome.	https://hal.science/hal-04065504v1/document

[4]

Auteur 1,Auteur 2		
Willi MARCKWALD	ENS Lyon, (mars 2022)	
	Sujet de chimie	https://chimie.ens-lyon.fr/sites/default/files/2022-03/Sujet%20Willi%20MARCKWALD_1.pdf

[5]

Auteur 1,Auteur 2		
Sunhee CHOI	Middlebury college, September 1989	https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed066p774
James A. LARRABEE	thermochromic tetrachlorocuprate(II): an advanced integrated laboratory experiment	

[6]

Propriétaires de la page/Société		
Trust my science	Energie, Technologie	https://trustmyscience.com/fenetre-intelligente-thermoreactive-regule-lumiere-chaaleur/

[7]

Auteur 1,Auteur 2		
Arthur Ah-Nieme	Université de la Réunion, 2020	
	Étude du vitrage thermochrome soumis au rayonnement solaire en physique du bâtiment	https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03131185/document