

Les différents changements de couleurs en chimie

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES - FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE CHIMIE

Togay AMAN, Lucie DE JONG, Léonard MAXIMILIEN et Sébastien TENE FOSTO

Réaction du feu rouge⁽¹⁾

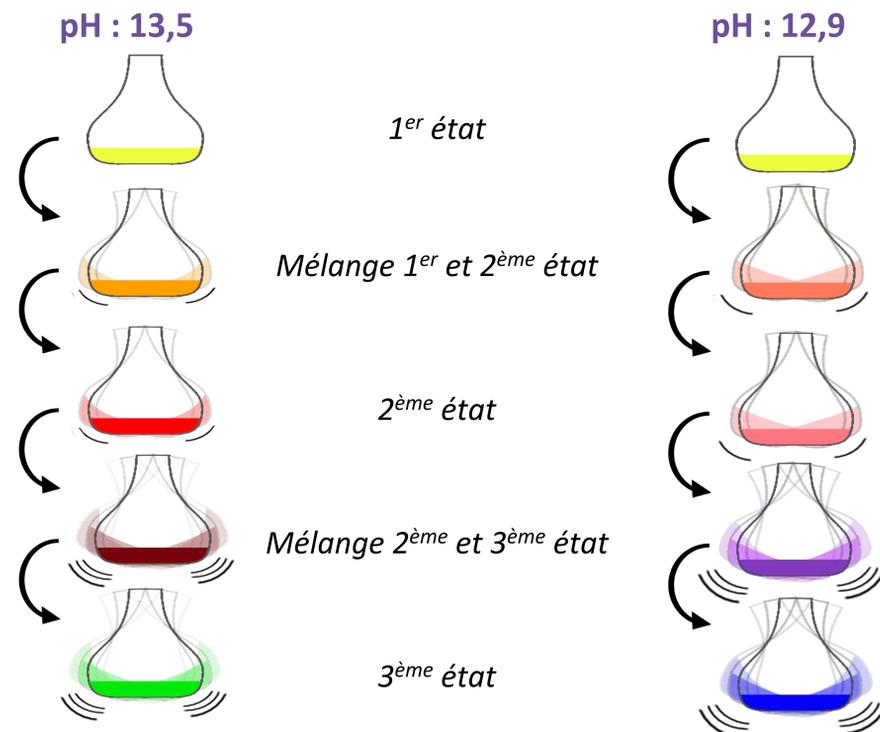
Changement de couleur en mélangeant

Solution du feu rouge : changement de couleur lorsqu'on la mélange.

Solution composée de **carmin d'indigo** :

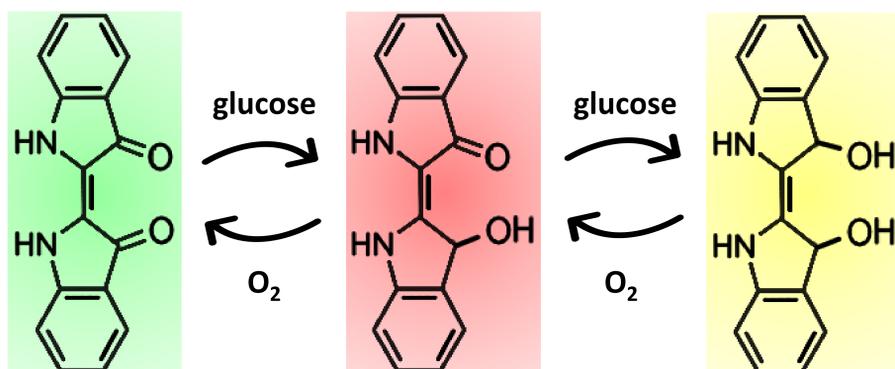
- Molécule jaune à pH 13,5 (très basique)
- Il réagit avec l'**oxygène** pour devenir rouge puis vert. En mélangeant, un peu d'air contenant de l'oxygène va rentrer dans la solution.
- Le **glucose** (sucre) dans la solution redonne au carmin d'indigo sa forme initiale si on arrête de mélanger.

À pH 12,9, le carmin d'indigo n'a plus les mêmes couleurs : il est jaune, rose et bleu.



Réaction chimique

Deux équilibres sont en jeu entre les trois formes du carmin d'indigo. La couleur est donnée par la forme majoritairement présente.



Deux sortes de réactions se produisent :

- Le carmin d'indigo se fait oxyder par l'oxygène.
- Il se fait réduire par le glucose.

C'est une réaction d'**oxydoréduction** (réversible).

Autre exemple de réaction d'oxydoréduction : le fer se transforme en rouille au contact de l'eau. Il passe lui de gris et dur, à rouge et friable.



Motif en trois dimensions

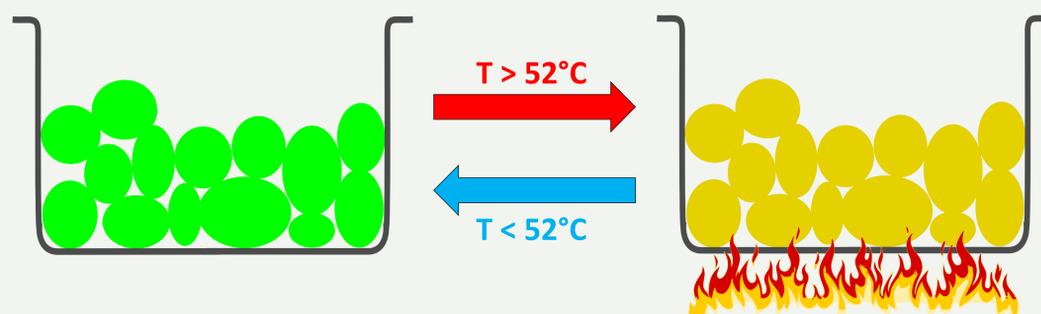
Changer les concentrations ralentit la cinétique (vitesse) de la réaction. Ainsi tous les endroits ne réagissent pas en même temps: apparition de filaments rouges et bleus.

Tétrachlorocuprate : thermochrome⁽²⁾

Changement de couleur en chauffant

Tétrachlorocuprate de diéthylammonium, molécule **thermochrome** (qui change de couleur avec la température) :

- En dessous de 52°C, il est vert
- Au dessus de 52°C il est jaune



(1)A. Villanueva, J. Ruskin, M. Polen, H. White, & P. King. (2020). Kinetics of the traffic light reaction : Complex and poorly defined system. ACS Spring 2020 National Meeting & Expo.

(2)S. Choi, & J. A. Larrabee. (1989). Thermochromic Tetrachlorocuprate(II) : An Advanced Integrated Laboratory Experiment. J. Chem. Educ. 1989, 66, 9, 774.

Les différents changements de couleur en chimie

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES - FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE CHIMIE

Togay AMAN, Lucie DE JONG, Léonard MAXIMILIEN et Sébastien TENE FOSTO

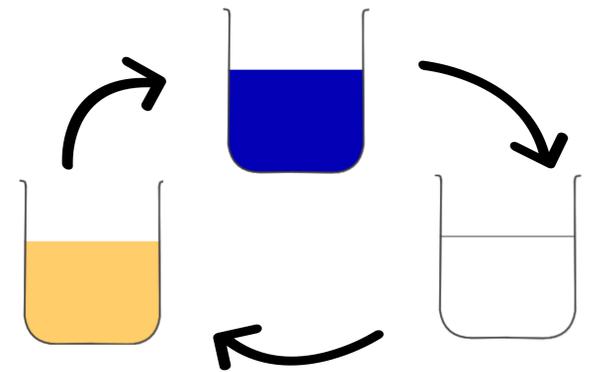
Réaction oscillante : Briggs-Rauscher ⁽¹⁾

Réaction oscillante

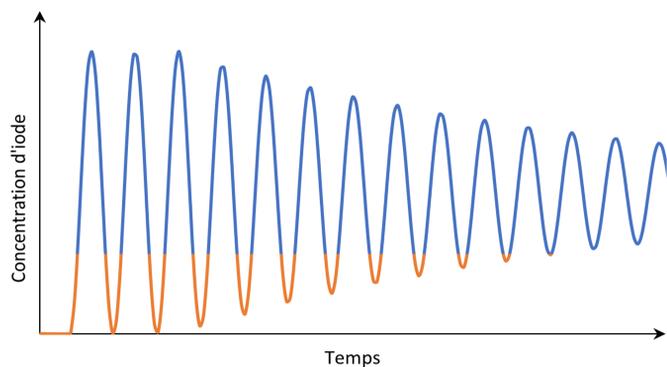
Réaction oscillante : changement périodique au niveau des concentrations des produits, ce qui peut changer les couleurs.

Deux exemples de réactions oscillantes :

- Briggs-Rauscher (1973) cycle entre l'orange, le bleu et l'incolore (présentée au printemps des sciences)
- Belousov-Zhabotinsky (1950) passe du rouge au bleu (première réaction oscillante découverte)



Mécanisme réactionnel



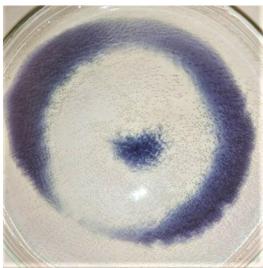
Le changement de couleur est dû :

- À l'**iode** dont le concentration **oscille**
- À l'**amidon** : bleu en présence d'iode, et incolore sinon.

La concentration en iode oscille à cause de deux réactions :

- La première crée d'avantage d'iode.
- La seconde s'enclenche s'il y a suffisamment d'iode et prend le pas sur la première : elle réduit l'iode jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus assez. La première peut alors reprendre. Le cycle s'arrête après quelques minutes : plus assez de produit réduisant l'iode.

Motifs : réaction oscillante en couche mince



Onde



Motif de Turing

Sans mélanger, les couleurs ne varient pas uniformément : certaines zones changent plus vite que d'autres.

Ça fonctionne mieux en couche mince (solution épaisse de quelques millimètres).

Création de motifs :

- Des formes d'**onde**
- Des « motifs de Turing », si on attend suffisamment

Pourquoi étudier les réactions oscillantes?

Elles servent de modèle afin de mieux appréhender des réactions cycliques dans le corps humain. Par exemple :

- Les **battements d'un cœur**
- Le **rythme circadien** (variation de processus physiologiques et métaboliques au cours de la journée pour être en phase avec le moment de la journée).



Tétrachlorocuprate : thermochrome ⁽²⁾

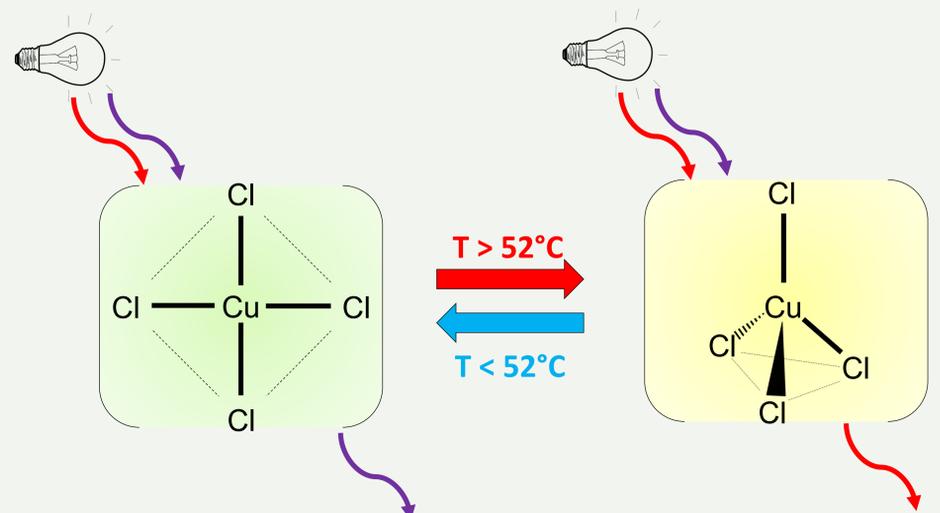
Explication théorique

Le tétrachlorocuprate (1 atome de cuivre et 4 de chlore) a deux formes :

- **Plan carré** à température ambiante
- **Tétraédrique** en chauffant.

Les deux conformations n'absorbent pas les mêmes couleurs. La lumière perçue n'est pas la même.

Il existe beaucoup de thermochromes de différentes couleurs à différentes températures, utilisés pour leur caractère esthétique (peinture ou vernis).



(1) Z. Li, L. Yuan, M. Liu, Z. Cheng, J. Zheng, I. R. Epstein, & Qingyu Gao. (2021). The Briggs-Rauscher Reaction: A Demonstration of Sequential Spatiotemporal Patterns. J. Chem. Educ. 2021, 98, 2, 665-668.

(2) S. Choi, & J. A. Larrabee. (1989). Thermochromic Tetrachlorocuprate(II) : An Advanced Integrated Laboratory Experiment. J. Chem. Educ. 1989, 66, 9, 774.