

# Synthèse de l'indigo ou avec quoi colorer son jean ou son chèche ?



## Objectifs du T.P. :

Identifier les étapes d'un mode opératoire et les consignes de sécurité à appliquer

Savoir exploiter une réaction chimique (équation, identification des réactifs et produits, de groupes caractéristiques, etc...)

## I – Petite histoire de l'indigo

C'est l'un des plus anciens pigments connus ; il reste aujourd'hui très employé, la mode des jeans lui ayant donné une nouvelle jeunesse. Il existe deux sortes d'indigo : l'indigo naturel, extrait de l'indigotier, plante tinctoriale cultivée depuis l'Égypte Ancienne, et l'indigo de synthèse, créée par le chimiste Baeyer en 1890. L'indigo naturel est obtenu par macération des feuilles de plusieurs espèces d'indigotier. Dès 1897, l'indigo est synthétisé industriellement par une société allemande, BASF. Le prix de revient du produit de synthèse est tellement bas qu'il va ruiner les filières de production naturelle.



Aujourd'hui, la société BASF reste le principal fabricant d'indigo, avec environ 17 000 tonnes par an : de quoi teindre 800 millions de paires de jeans...

## II - Différence entre pigments et colorants

**Les pigments sont des substances colorées finement divisées dispersées dans un milieu où elles sont insolubles tandis que les colorants y sont solubles.**

Leur origine peut être naturelle, synthétique ou artificielle.

L'indigo est un pigment appelé également « colorant de cuve », insoluble dans l'eau. Il ne peut imprégner la fibre à teindre que sous sa forme réduite, qualifiée de « leuco » (leuco du grec « leucos » = blanc). La réduction de l'indigo se produit sous l'action des ions dithionite  $S_2O_4^{2-}$  en milieu basique. Par oxydation par le dioxygène de l'air, la forme leuco redonne l'indigo qui reste emprisonné dans le tissu et lui donne sa couleur caractéristique.

La teinture par l'indigo convient à de nombreuses fibres comme la laine, la soie, le nylon et surtout le coton. La forme leuco s'associe par des liaisons ioniques avec la laine et la soie et par des liaisons hydrogène avec le coton. L'indigo formé précipite à l'intérieur et à la surface des fibres. Comme il est insoluble dans l'eau, la teinture résiste à l'eau mais elle est sensible à l'abrasion.

Les explications données sur l'indigo correspondent-elles à celle d'un pigment ou d'un colorant ? Justifiez.

## III – Mode opératoire

Expérience réalisée par le professeur

2-nitrobenzaldéhyde $C_7H_5NO_3$ (s)	Propanone $C_3H_6O$ (l)	hydroxyde de sodium $Na^+(aq) + HO^-(aq)$
<ul style="list-style-type: none"> <li>- provoque une sévère irritation des yeux et une irritation cutanée</li> <li>- peut provoquer des symptômes allergiques ou des difficultés respiratoires par inhalation</li> <li>- utiliser dans un endroit bien ventilé</li> <li>- porter des gants et des lunettes et un vêtement approprié</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- facilement inflammable</li> <li>- irritant pour les yeux</li> <li>- l'inhalation des vapeurs peut provoquer somnolence ou vertige</li> <li>- utiliser dans un endroit bien ventilé</li> <li>- porter des gants et des lunettes et un vêtement approprié</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- provoque de graves brûlures</li> <li>- en cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment (15 min au moins), consulter un spécialiste</li> <li>- porter des gants et des lunettes et un vêtement approprié</li> </ul>

### Manipulation à faire sous la hotte, port de blouse, gants et lunettes

Dans un erlenmeyer, introduire 1,0 g de 2-nitrobenzaldéhyde, 5 mL de propanone (ou acétone) et 10 mL d'eau. Placer le mélange sur un agitateur magnétique et attendre que le mélange soit

homogène avant de poursuivre le mode opératoire. Avec une pipette, ajouter goutte après goutte 5 mL d'hydroxyde de sodium ou soude  $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ). Attention, la réaction est exothermique et donc l'addition de soude doit être très progressive pour éviter d'éventuelles projections liées à l'échauffement.

### Observez attentivement les changements s'opérant dans le mélange réactionnel.

Une fois la réaction terminée, le contenu de l'erlenmeyer est récupéré par filtration et lavé à l'eau.

1) Justifiez les précautions manipulatoires.

2) Faites trois schémas légendés du montage, le 1<sup>er</sup> avant la mise en contact du 2-nitrobenzaldéhyde et de la propanone, le 2<sup>ème</sup> au moment d'ajouter l'hydroxyde de sodium et le 3<sup>ème</sup> à la fin de l'expérience.

2) Décrivez les changements survenus dans le mélange réactionnel tout au long de la réaction.

3) Le mélange final est-il homogène ? Sous quelle forme se présente l'indigo ?

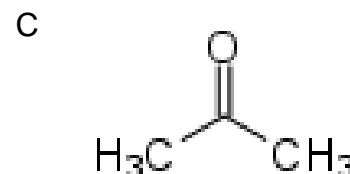
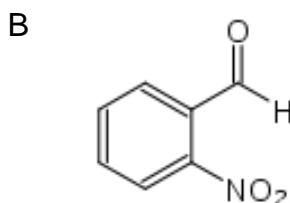
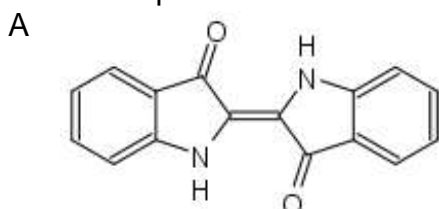
**Remarque** : l'indigo synthétisé ne peut être utilisé sous cette forme pour teindre un tissu (voir II).

## IV – Exploitation de la manipulation

1) Écrivez l'équation de la réaction sachant que les ions sodium  $\text{Na}^+(\text{aq})$  sont spectateurs ainsi que l'eau du début de l'expérience et qu'il se forme de l'eau  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  et des ions éthanoate  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq})$ . Retrouvez la formule de l'indigo par déduction.





2) Nommez les réactifs et produits sous l'équation.

3) Identifiez parmi les molécules semi-développées ci-dessous celles correspondant à certains réactifs et produits.



4) Retrouvez les groupes caractéristiques présents dans les 3 molécules précédentes. Entourez-les et donnez-leur un numéro et indiquez pour chaque numéro le nom du groupe.

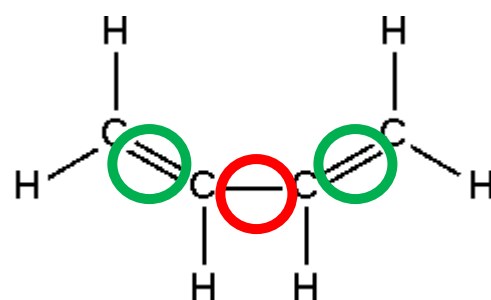
Rappel : un groupe caractéristique est un groupe contenant des atomes autres que carbone et hydrogène. Voici un tableau récapitulant quelques groupes :

Nom	Hydroxyle	Amine	Étheroxyde	Carbonyle	Carboxyle	Ester	Amide
Formule	-OH	-N-	C-O-C				

5) Deux liaisons doubles sont conjuguées lorsqu'elles sont séparées par une liaison simple.

**Plus une molécule présente un grand nombre de doubles liaisons conjuguées successives, plus elle aura tendance à absorber des radiations appartenant au visible.**

Justifiez le fait que l'indigo soit une molécule colorée.



## V – En savoir plus...

### Comment fixer l'indigo sur un tissu ?

L'indigo ne peut se fixer correctement sur le tissu par immersion simple. Il faut déjà le transformer en sa forme réduite ou « leuco » pour que la teinture devienne efficace.

#### Mode opératoire

Dans un erlenmeyer, placez 1,0 g de dithionite de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , deux spatules d'hydroxyde de sodium et une pointe de spatule de l'indigo synthétisé. Ajoutez 20 mL d'eau, rincez la spatule dans la solution et agitez.

Bouchez l'erlenmeyer et agitez encore. Enlevez le bouchon régulièrement pour éliminer le gaz formé avant d'agiter de nouveau. Lorsque la teinte de la solution cesse d'évoluer, il est possible d'y tremper une bande de coton tenue par une pince pendant une vingtaine de seconde avant de l'exposer à l'air libre.

**Résultat** Sous l'action du dioxygène, la couleur bleu indigo réapparaît (voir II).