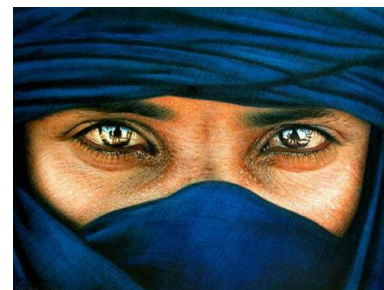


Synthèse de l'indigo

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, encore 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

D'origine naturelle, synthétique ou artificielle, les pigments sont des substances colorées finement divisées dispersées dans un milieu dans lequel elles sont insolubles tandis que les colorants y sont solubles.

Appelé également « colorant de cuve », l'indigo est un pigment 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, emprisonné dans le tissu, 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 reste 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) $M(C_7H_5NO_3) = 151,1 \text{ g.mol}^{-1}$	Propanone C_3H_6O (l) $M(C_3H_6O) = 58,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $\rho(C_3H_6O) = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$	hydroxyde de sodium $Na^+(aq) + HO^-(aq)$
- provoque une sévère irritation des yeux et une irritation cutanée - peut provoquer des symptômes allergiques ou des difficultés respiratoires par inhalation - utiliser dans un endroit bien ventilé - porter des gants et des lunettes et un vêtement approprié	- facilement inflammable - irritant pour les yeux - l'inhalation des vapeurs peut provoquer somnolence ou vertige - utiliser dans un endroit bien ventilé - porter des gants et des lunettes et un vêtement approprié	- provoque de graves brûlures - en cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment (15 min au moins), consulter un spécialiste - porter des gants et des lunettes et un vêtement approprié

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

Dans un erlenmeyer, introduire 1,0 g de 2-nitrobenzaldéhyde, 5,0 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.**

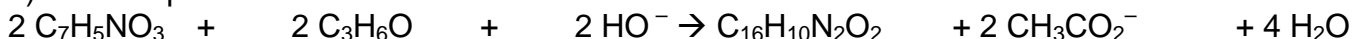
Une fois la réaction terminée, le contenu de l'erlenmeyer est récupéré par filtration et lavé à l'eau.

- 1) Justifiez les précautions manipulatoires.
- 2) Décrivez les changements dans le mélange réactionnel à chaque étape de la réaction.
- 3) Le mélange final est-il homogène ? Sous quel état physique 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

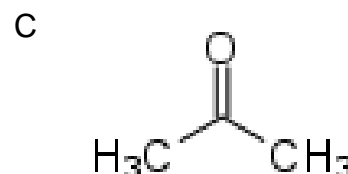
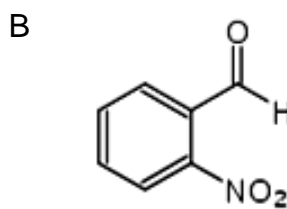
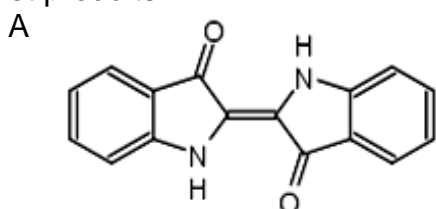
1) Voici l'équation de réaction :



Quelles règles respecte-t-elle ?

2) Recopiez cette équation et nommez les réactifs et produits sous l'équation.

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



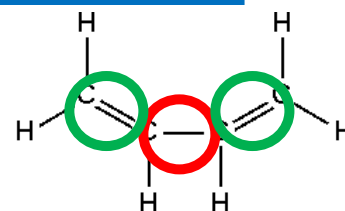
4) Retrouvez les groupes caractéristiques présents dans les 3 molécules précédentes. Entourez-les, donnez-leur un numéro et indiquez pour chaque numéro le nom du groupe.

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	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-O-H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-O-C} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-N-} \end{array}$

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 – Tableau d'avancement (donné en annexe)

Données dans le tableau du III.

- 1) a. Exprimez et calculez la quantité de matière initiale de 2-nitrobenzaldéhyde $n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_3)$.
 - b. Exprimez et calculez la quantité de matière initiale de propanone $n_i(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})$. Rappel : $\rho = m / V$
 - c. Complétez la ligne E.I. du tableau avec les grandeurs et les valeurs.
 - d. Complétez les lignes E.C.T. et E.F. avec les grandeurs.
 - 3) Les ions hydroxyde sont considérés en excès. Que signifie ce terme ? Peuvent-ils constituer le réactif limitant de la réaction ? Justifiez.
 - 4) Rédigez une recherche pour déterminer réactif limitant. Indiquez celui-ci et entourez la valeur de x_{max} .
 - 5) Terminez le tableau avec le bilan de matière.
 - 6) Exprimez et calculez la masse d'indigo formé.
- Donnée : masse molaire moléculaire de l'indigo $M(\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2) = 2,62 \cdot 10^2 \text{ g.mol}^{-1}$

Tableau d'avancement

Équation		2 C ₇ H ₅ NO ₃ +		2 C ₃ H ₆ O +		2 HO ⁻ → C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂ + 2 CH ₃ CO ₂ ⁻ + 4 H ₂ O	
				excès		excès	
Quantité de matière (mol)		n(C ₇ H ₅ NO ₃)	n(C ₃ H ₆ O)		n(C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂)	n(CH ₃ CO ₂ ⁻)	
E.I.	x =						
E.C.T.	x						
E.F.	x _{max} =						

Tableau d'avancement

Équation		2 C ₇ H ₅ NO ₃ +		2 C ₃ H ₆ O +		2 HO ⁻ → C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂ + 2 CH ₃ CO ₂ ⁻ + 4 H ₂ O	
				excès		excès	
Quantité de matière (mol)		n(C ₇ H ₅ NO ₃)	n(C ₃ H ₆ O)		n(C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂)	n(CH ₃ CO ₂ ⁻)	
E.I.	x =						
E.C.T.	x						
E.F.	x _{max} =						

Tableau d'avancement

Équation		2 C ₇ H ₅ NO ₃ +		2 C ₃ H ₆ O +		2 HO ⁻ → C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂ + 2 CH ₃ CO ₂ ⁻ + 4 H ₂ O	
				excès		excès	
Quantité de matière (mol)		n(C ₇ H ₅ NO ₃)	n(C ₃ H ₆ O)		n(C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂)	n(CH ₃ CO ₂ ⁻)	
E.I.	x =						
E.C.T.	x						
E.F.	x _{max} =						

