

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Compétences exigibles du B.O.	Matières colorées Colorants, pigments ; extraction et synthèse.	Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre une extraction, une synthèse, une chromatographie.
Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet on demande au candidat de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre un protocole donné. • De commenter le protocole proposé en nommant les différentes étapes et en expliquant le but des différentes manipulations réalisées. 	
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) ; coefficient 2 • Réaliser (REA) ; coefficient 3 • Valider (VAL) ; coefficient 1 	
Préparation du poste de travail	<p>Prévoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gants et lunettes • Imprimer à l'avance les solutions partielles ou totales pour les élèves en grande difficulté. 	
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p>Minutage conseillé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyser (30 min conseillées) • Réaliser (45 min conseillées) • Valider (15 min conseillées) <p>Il est prévu 3 appels obligatoires de la part du candidat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'examineur vérifie et les différentes réponses données dans la partie ANA, à savoir : <ul style="list-style-type: none"> - les consignes de sécurité argumentées que propose le candidat (gants et lunettes). - l'utilité et le nom des solvants de rinçage proposés par le candidat ; - le nom des étapes proposées par le candidat. • Dans la partie « réaliser » le professeur observe le candidat en continu et est attentif à la façon dont le candidat évolue dans l'environnement du laboratoire, organise son poste de travail, utilise le matériel avec pertinence, respecte les procédures et les règles de sécurité. Lors des appels 2 et 3, l'examineur vérifie certains gestes techniques : mise en place du système de filtration, lavage, agitation. D'autres gestes techniques comme l'utilisation de la pipette, pourront être évalués en continu. 	
Remarques	<p>Durée de l'ECE : 1h30</p> <p>Ce sujet peut être traité en début d'année de première S dans la partie « Observer – matière colorées ». Il peut constituer l'une des premières manipulations de chimie de l'année.</p> <p>Il permet de vérifier les gestes et le comportement des élèves en laboratoire en leur demandant de suivre un protocole tout en leur rappelant que faire de la chimie n'est pas seulement suivre un protocole mais aussi de comprendre les objectifs de chaque étape de la manipulation. Ce sujet permet aussi d'aborder l'extraction et l'analyse d'informations.</p>	

Paillasse élèves :

- 2 erlenmeyers de 50 mL dont un muni d'un réfrigérant à air
- Pipette graduée de 5 mL + propipette
- Eprouvette graduée de 20 mL
- Eprouvette graduée de 5 mL
- 2 béchers
- 1 spatule
- Système de filtration sur Büchner
- Pince
- Pissette d'eau distillée
- Solution d'hydroxyde de sodium concentrée (à 1 mol.L^{-1}) (2mL par binôme)
- Pissette d'éthanol
- 2 morceaux de tissus en coton blanc.
- Pissette d'eau
- Agitateur en verre
- Agitation magnétique

Au bureau :

- 2 balances électroniques
- 2 spatules
- 2 récipients contenant les réserves de nitrobenzaldéhyde (0,25 g par binôme)
- Hydroxyde de sodium solide + spatule
- Gants et lunettes

Sous hotte 1 :

- Acétone : 2,5 mL par binôme $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

Sous hotte 2 :

- Dithionite de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (0,5 g par binôme) avec une balance + spatule

Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre

RAS

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Compétences travaillées (capacités et attitudes) :

- **ANA** : extraire des informations pour justifier un protocole.
- **REA** : réaliser un protocole fourni ; maîtriser certains gestes techniques ; observer ; réaliser un schéma expérimental.
- **VAL** : extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.

ANA

REA

VAL

20

CONTEXTE

Les Égyptiens furent les premiers à préparer des colorants pour teindre des tissus ou colorer des poteries et préparer des fards. Jusqu'en 1856 les colorants utilisés étaient d'origine naturelle, extraits du monde végétal, minéral ou animal. L'indigo de formule brute $C_{16}H_{10}N_2O_2$, fut l'un des colorants bleus les plus importants avec le pastel.

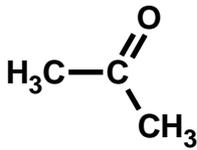
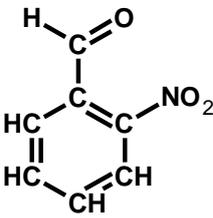
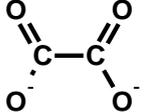
Dans l'Antiquité c'est l'Indicum de Pline. Au Moyen-Âge, il est extrait d'une espèce d'indigotier : *l'indigofera tinctoria*. Les feuilles et les tiges de cet arbuste sont mises à macérer puis le colorant est obtenu après oxydation à l'air.

Avant le XIX^{ème} siècle, la rareté des pigments bleus anoblit l'indigo au rang de substance luxueuse. Le commerce lucratif lié à son extraction connut cependant une fin rapide après la découverte en 1882, par le chimiste allemand Adolf von Bayer (1835 – 1917), d'une méthode de synthèse de l'indigo, pour laquelle il obtint le prix Nobel de chimie en 1905.

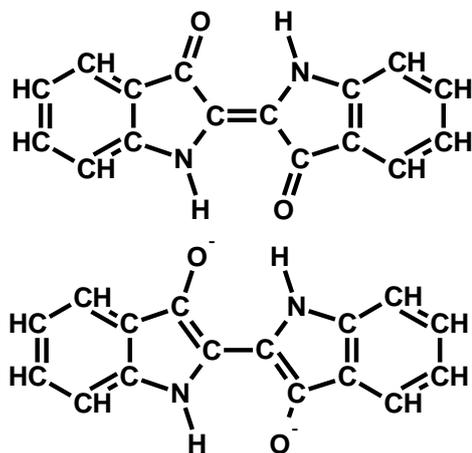
L'indigo devint alors un pigment très courant, célèbre notamment grâce aux jeans, auxquels il donne leur couleur caractéristique.

DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

Document 1 :

Acétone		miscible à l'eau, à l'éthanol, oxyde de diéthyle, esters, benzène	 	R : 11 ; 36 ; 66 ; 67 S : 2 ; 9 ; 16 ; 26 ; 46
2-nitrobenzaldéhyde		très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'éthanol		R : 22 ; 36 /37/38 S : 26
Hydroxyde de sodium	NaOH	soluble dans l'eau		R : 35 S : 1/2 ; 26 ; 37/39 ; 45
Ion dithionite		soluble dans l'eau	 	R : 7 22 31 S : 2 7/8 26 28 43

Document 2 : Les deux formes de l'indigo



L'indigo existe sous deux formes : bleue ou jaune pâle.

Sous sa forme bleue, c'est un solide insoluble dans l'eau et sa formule brute est alors $C_{16}H_{10}N_2O_2$ que l'on peut noter Ind.

Sous sa forme jaune pâle, $C_{16}H_{10}N_2O_2^{2-}$, notée Ind^{2-} , l'indigo est soluble dans l'eau et possède une affinité particulière pour toute molécule possédant des hydrogènes liés à des atomes d'oxygène.

Dans certaines conditions, l'indigo peut passer d'une forme à l'autre au cours de réactions chimiques.

Document 3 : Protocole de la synthèse de l'indigo

Etape 1 :

- Dans un erlenmeyer, introduire :
 - 0,25 g de 2-nitrobenzaldéhyde $C_7H_5NO_3$
 - Puis 2,5 mL d'acétone C_3H_6O
 - Puis 5 mL d'eau distillée

AGITER

- A l'aide d'une pipette, ajouter goutte à goutte et tout en agitant, 2 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium concentrée ($Na^+ + HO^-$). L'indigo formé $C_{16}H_{10}N_2O_2$ précipite.

Etape 2 :

- Filtrer sur Büchner. Rincer le précipité avec le ou les solvants déterminés à la question 1.4.
- Conserver le pigment ainsi obtenu.

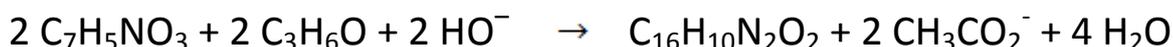
Etape 3 :

- Dans un petit bécher, introduire une pointe de spatule de l'indigo synthétisé.
- Ajouter 20 mL d'eau. Rincer la spatule et agiter.
- Faire tremper le tissu en coton.
- Le retirer à l'aide d'une pince.
- Rincer sous un courant d'eau. Observer.

Etape 4 :

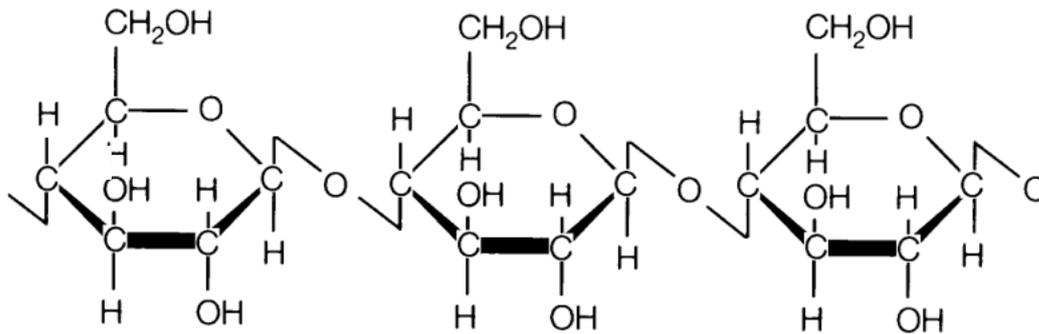
- Dans un erlenmeyer, introduire 0,5 g de dithionite de sodium $Na_2S_2O_4$.
- Ajouter une spatule d'hydroxyde de sodium.
- Ajouter une pointe de spatule du pigment obtenu.
- Verser 10 mL d'eau. Rincer la spatule et agiter.
- Boucher l'erlenmeyer avec le réfrigérant à air. Agiter avec l'agitation magnétique (poser un chiffon entre l'agitation magnétique et l'erlenmeyer)
- Observer les évolutions de la teinte de la solution.
- Au bout d'une dizaine de minutes, lorsque la teinte de la solution n'évolue plus, plonger une bande de coton blanc dans la solution pendant une vingtaine de secondes ; la retirer avec une pince et l'exposer à l'air libre. Observer.
- Rincer sous un courant d'eau. Observer.

Document 4 : Une équation-bilan intéressante



Document 5 : la cellulose, principal constituant du coton

La fibre de cellulose est utilisée pour faire du papier et des textiles. Elle est un des constituants polysaccharidiques de la paroi des cellules végétales. La cellulose du coton est un polymère linéaire naturel constitué par un enchaînement d'environ 3500 motifs de glucose.



TRAVAIL A EFFECTUER

1. Analyse du protocole (30 minutes conseillées)

1.1. Etudier le protocole proposé dans le document 3 et indiquer si des précautions particulières doivent être prises.

.....
.....
.....

1.2. Objectifs des étapes :

Nommer l'étape 1 :

Nommer l'étape 2 :

1.3. Quelles sont les espèces chimiques susceptibles d'être présentes dans le milieu réactionnel à la fin de l'étape 1 ?

.....
.....
.....

1.4. Dans quel but est-il nécessaire de laver le précipité formé ? Quel(s) solvant(s) doit-on choisir ?

.....
.....
.....
.....

APPEL N°1

Appeler le professeur puis après validation, passer à la suite.

2. Réalisation du protocole ; observations ; schéma (45 minutes conseillées)

2.1. Réaliser l'étape 1 du protocole du document 3, en respectant les consignes de sécurité mises en évidence dans la partie Analyser.

2.2. Réaliser ensuite les étapes 2,3 et 4 en veillant à effectuer les deux appels suivants :

APPEL N°2	Appeler le professeur lors du lavage suite à la filtration sur Büchner (au cours de l'étape 2 du protocole).
------------------	---

APPEL N°3	Appeler le professeur pendant l'agitation (au cours de l'étape 4).
------------------	---

2.3. Réaliser le schéma expérimental relatif à l'étape 4.

2.4. Noter vos observations faites au cours de l'étape 4.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Exploitation (15 minutes conseillées).

3.1. En vous référant aux observations faites pour chacune des deux étapes 3 et 4, répondre aux deux questions suivantes :

3.1.1. Quel est le but des étapes 3 et 4 ? Justifier.

.....
.....
.....
.....
.....

3.1.2. Laquelle de ces deux étapes est-elle la plus efficace ? Justifier.

.....
.....
.....
.....
.....

3.2. En vous appuyant sur les observations de l'étape 4 et sur les informations données dans les documents, identifier le but de la transformation mettant en jeu le dithionite de sodium et l'hydroxyde de sodium. Justifier.

.....
.....
.....
.....
.....

3.3. Quelle transformation de l'indigo se produit lors de l'exposition à l'air ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examineur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ouvert si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

Pendant toute l'évaluation, si le candidat paraît être en difficulté, il peut être soumis à un questionnement ouvert de l'examineur. Si ce questionnement ne permet pas au candidat de poursuivre, l'examineur fournira au candidat une solution partielle adaptée en fonction des besoins du candidat. Des exemples de solutions partielles permettant d'apporter une aide ciblée sont proposés ci-après. Cette liste n'est pas exhaustive. On pourra aussi imaginer apporter une solution partielle à l'oral plutôt que par une fiche « coup de pouce ».

1. Compétence ANA

La compétence ANA est mobilisée et évaluée lors de l'appel 1.

Le candidat doit être capable :

- d'indiquer en argumentant à l'aide du document 1 l'utilisation des gants et des lunettes ;
- de nommer les différentes étapes d'une synthèse ;
- d'identifier, par lecture d'un protocole et d'une équation-bilan, les espèces chimiques susceptibles d'être présentes dans le milieu réactionnel en fin de réaction ;
- d'indiquer qu'il est nécessaire de laver le précipité afin d'éliminer toute trace d'espèces chimiques ;
- d'identifier les solvants de rinçage suite à une filtration sur Büchner (le lavage à l'eau permet d'éliminer toute trace d'hydroxyde de sodium et un peu d'acétone (voir doc 1) ; le lavage à l'éthanol permet d'éliminer l'acétone et le 2-nitrobenzaldéhyde car ces deux molécules y sont solubles (voir doc 1).

On valide donc, dans cette partie, la compétence « extraire des informations pour justifier un protocole »

NOTATION :

- ➡ Si l'ensemble des 4 points cités ci-dessus sont parfaitement maîtrisés, le niveau obtenu est le **niveau A** pour la compétence ANA.
- ➡ Si certains points sont flous ou non présents, l'examineur pourra les faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examineur attend que le candidat sache corriger seul un oubli ou une maladresse. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour ANA reste le **niveau A**.
- ➡ Si une aide partielle est apportée **ou** si l'un des 4 points cités ci-dessus est incorrect ou incomplet malgré une interrogation orale de l'examineur, le niveau acquis est alors le **niveau B**.
- ➡ Le niveau acquis est le **niveau C** :
 - si deux aides partielles sont apportées ;
 - si deux des 4 points cités ci-dessus ne sont pas corrects ou incomplets malgré une interrogation orale de l'examineur ;
 - si une aide partielle est apportée **et** que l'un des 4 points cités ci-dessus est incorrect ou incomplet.
- ➡ Le niveau acquis est le **niveau D** :
 - si au moins trois aides partielles sont apportées ;
 - si deux aides totales sont apportées ;
 - si une aide totale et une aide partielle sont apportées ;
 - si une aide totale est apportée **et** au moins un point cité précédemment est incorrect ou incomplet.

Exemples de solutions partielles pour la partie ANA

Solution partielle n°1 pour l'appel 1 : je ne sais pas comment déterminer les consignes de sécurité !

Lire attentivement les documents proposés.

Exemple de solution totale pour l'appel 1 (question 1.1.)

Vous devez porter des gants et des lunettes !

Solution partielle n°2a pour l'appel 1 : je ne sais pas répondre à la question 1.3.

Les espèces susceptibles d'être présentes sont les réactifs non consommés, les espèces spectatrices, les produits de la réaction et le solvant. A vous d'identifier chacune de ces espèces.

Solution partielle n°2b pour l'appel 1 : je ne sais pas répondre à la question 1.3.

Les espèces susceptibles d'être présentes sont les réactifs non consommés (nitrobenzaldéhyde, acétone, ion hydroxyde), les espèces spectatrices (ion sodium), les produits de la réaction (indigo et ion éthanoate) et le solvant (eau).

Solution partielle n°3 pour l'appel 1 : je ne sais pas pourquoi il est nécessaire de laver le précipité (question 1.4.)

Basez-vous sur la réponse donnée à la question 1.3. et sur l'efficacité potentielle de la filtration sous vide.

Solution partielle n°2d pour l'appel 1 : je ne sais pas comment déterminer le ou les solvants de rinçage (question 1.4.)

Basez-vous sur les différentes solubilités des espèces chimiques (voir document 1).

Exemple de solution totale pour l'appel 1 (question 1.4)

- Il est nécessaire de laver afin d'éliminer toute trace de réactifs n'ayant pas réagi ou toute traces de produits chimiques formés autres que l'indigo.
- On effectue un lavage à l'eau afin d'éliminer l'hydroxyde de sodium ou/et ion éthanoate.
- On effectue un lavage à l'éthanol pour éliminer toute trace de 2-nitrobenzaldéhyde et/ou d'acétone.

2. Compétence REA

Remarque : Le candidat ne pourra mettre en œuvre la manipulation qu'après validation de l'examinateur suite à l'appel 1.

La compétence REA est mobilisée et évaluée au cours des appels 2 et 3, en continu lors de la manipulation puis en fin d'épreuve lors de la réalisation d'un schéma expérimental et de la rédaction des observations.

Le candidat doit être capable :

- de mettre en œuvre correctement le protocole ;
- de maîtriser certains gestes techniques (pesée, prélèvements à la pipette, filtration sur Büchner, agitation) ;
- de réaliser un schéma expérimental ;
- d'élaborer une liste complète des observations relatives à l'étape 4 ;

L'examinateur observera les candidats pendant la mise en œuvre du protocole. Si nécessaire, il interviendra oralement et de façon très ponctuelle pour aider éventuellement lors de l'utilisation du système de filtration sur Büchner (branchement à l'évier – vérification de l'aspiration - ...).

Un candidat demandant une aide très ciblée et bien explicitée ne sera pas pénalisé.

On valide donc dans cette partie les compétences « réaliser un protocole », « maîtriser des gestes techniques », « observer » et « réaliser un schéma expérimental ».

NOTATION :

- ➡ Si l'exécution de la manipulation est parfaite, si le schéma expérimental est complet et correctement légendé et les observations très satisfaisantes, le niveau obtenu est le **niveau A** pour la compétence REA.
- ➡ Si certains points sont flous ou non présents, l'examinateur pourra les faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examinateur attend que le candidat sache corriger seul un oubli ou une maladresse. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour REA reste le **niveau A**.
- ➡ Si l'un des gestes techniques de manipulation n'est pas satisfaisants **ou** si le schéma expérimental est incomplet **ou** les observations non satisfaisantes, le niveau acquis est alors le **niveau B**.
- ➡ Le niveau acquis est le **niveau D** :
 - si au moins deux gestes techniques ne sont pas satisfaisants ;
 - si l'un des gestes techniques n'est pas satisfaisant **et** si le schéma expérimental est incomplet ;
 - si l'un des gestes techniques n'est pas satisfaisant **et** si les observations sont incomplètes ;
 - si le schéma expérimental **et** les observations sont incomplets.

3. Compétence VAL

La compétence ANA est mobilisée et évaluée en fin d'épreuve dans la partie 3.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence VAL est le suivant : *exploiter et interpréter des informations et des observations.*

Le candidat doit être capable, à partir des observations et de l'étude des documents, d'indiquer :

- que les étapes 3 et 4 permettent de vérifier si l'indigo permet ou pas la coloration du coton ;
- que l'étape 4 est plus efficace que l'étape 3 ;
- le rôle du dithionite de sodium et de l'hydroxyde de sodium ;
- l'utilité de l'exposition à l'air à partir des observations faites (changement de couleur, notamment) et du document 2.

NOTATION :

- Si le candidat répond correctement à l'ensemble des 4 points mentionnés ci-dessus, le niveau obtenu est le **niveau A** pour la compétence VAL.
- Si le candidat ne répond pas correctement à l'un des points des 4 points cités ci-dessus le niveau obtenu reste le **niveau B**.
- Si le candidat ne répond pas correctement à deux des 4 points cités ci-dessus le niveau obtenu est le **niveau C**.
- Si le candidat ne répond pas correctement à au moins 3 des 4 points cités ci-dessus le niveau obtenu est le **niveau D**.

Exemples de solutions partielles pour la partie VAL

Solution partielle 1 : je ne sais pas quel est le but de la réaction mettant en jeu le dithionite de sodium et l'hydroxyde de sodium

Basez-vous sur les informations données dans les documents 2 et 5.

Solution totale 1 : quel est le but de la transformation mettant en jeu le dithionite de sodium et l'hydroxyde de sodium ?

La réaction avec le dithionite de sodium et l'hydroxyde de sodium permet la transformation de l'indigo de sa forme bleue à sa forme jaune, lequel peut alors se fixer au tissu.

Solution partielle 2 : je ne sais pas quel est le but de l'exposition à l'air

Basez-vous sur les informations données dans le document 2 et dans l'introduction.

Solution totale 2 : au cours de l'exposition à l'air, quelle transformation de l'indigo se produit-il ?

L'exposition à l'air permet la transformation de l'indigo jaune $C_{16}H_{10}N_2O_2^{2-}$ en indigo bleu $C_{16}H_{10}N_2O_2$.

Exemples d'outils pouvant faciliter l'évaluation

Tableau pouvant être distribué aux élèves **lors d'une évaluation formative** : possibilité d'entourer dans la deuxième colonne les points manquants ou mal faits.

Compétence ANA	A B C D	
Précautions à prendre	gants et lunettes	oui non
Nommer les étapes	étape 1 : synthèse étape 2 : extraction	oui non oui non
Espèces chimiques susceptibles d'être présentes	réactifs : nitrobenzaldéhyde ; acétone ion hydroxyde Espèces spectatrices : ion sodium Solvant : eau Produits : ion éthanoate ; indigo	oui non
But du lavage	Eliminer les espèces chimiques non désirées	oui non
Identification des solvants de rinçage	Eau justification : oui / non Ethanol justification : oui / non	oui non oui non
Compétence REA	A B C D	
Réalisation du protocole	maîtrise de certains gestes techniques : pipettes, pesées, filtration sur Büchner, lavages, agitation	oui non
Réalisation du schéma expérimental	schéma complet : erlen + réfrigérant à air + agitation magnétique schéma légendé avec nom et quantité des espèces chimiques introduites	oui non oui non
Observations lors de l'étape 4	l'indigo passe de sa forme bleue à sa forme jaune, soluble dans l'eau. Le colorant jaune redevient bleu au cours de l'exposition à l'air et adhère au coton.	oui non
Compétence VAL	A B C D	
Réalisation de l'expérience	maîtrise de certains gestes techniques : pipettes, pesées, filtration sur Büchner, lavages, agitation	oui non
Comparaison des efficacités des étapes 3 et 4	étape 3 : l'indigo ne se fixe pas étape 4 : l'indigo se fixe au coton	
Réalisation du schéma expérimental	schéma complet : erlenmeyer + réfrigérant à air + agitation magnétique schéma légendé avec nom et quantité des espèces chimiques introduites	oui non oui non
Observation lors de l'étape 4	l'indigo passe de sa forme bleue à sa forme jaune, soluble dans l'eau. Le colorant jaune, à l'air, redevient bleu et adhère au coton.	
Explication sur la différence d'efficacité des deux techniques.	Le dithionite permet selon une réaction d'oxydo-réduction de faire passer l'indigo sous sa forme jaune, laquelle présente une affinité pour le coton (liaisons hydrogènes).	oui non
	Une fois, à l'intérieur des fibres de coton, le retour à la forme bleue par le dioxygène de l'air permet une coloration définitive du coton, lequel ne se décolore plus puisque l'indigo n'est pas soluble à l'eau.	oui non

Tableau pouvant aider l'évaluateur **lors d'une évaluation sommative** :

	Elève 1	Elève 2	Elève 3	Elève 4
Compétence ANA	A B C D			
Précautions à prendre	oui non	oui non	oui non	oui non
Nommer les étapes	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non
Espèces chimiques susceptibles d'être présentes	oui non	oui non	oui non	oui non
But du lavage	oui non	oui non	oui non	oui non
Identification des solvants de rinçage	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non
Compétence REA	A B C D			
Réalisation du protocole	oui non	oui non	oui non	oui non
Réalisation du schéma expérimental	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non
Observations lors de l'étape 4	oui non	oui non	oui non	oui non
Compétence VAL	A B C D			
Réalisation de l'expérience	oui non	oui non	oui non	oui non
Comparaison des efficacités des étapes 3 et 4	oui non	oui non	oui non	oui non
Réalisation du schéma expérimental	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non
Observation lors de l'étape 4	oui non	oui non	oui non	oui non
Explication sur la différence d'efficacité des deux techniques.	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non	oui non oui non