

## Fiche de présentation

Classe : 1 <sup>ère</sup>	Enseignement : Physique-chimie STIDD-STL
---------------------------	------------------------------------------

THEME du programme : vêtement et revêtement	Sous-thème : matériaux polymères, analyser des risques
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------

### SYNTHESE D'UNE FIBRE ARTIFICIELLE A PARTIR DU COTON

#### Type d'activité

- activité expérimentale avec élaboration partielle d'un protocole
- réinvestissement de connaissances

#### Conditions de mise en œuvre

- séance de 2 h en effectif réduit ou bien de 1,5 h en effectif réduit avec préparation de l'élaboration du protocole en classe entière (40 minutes)
- la réalisation de la synthèse nécessite de suivre des règles strictes de sécurité. L'utilisation de hottes est vivement conseillée.
- groupes de 2 à 3 élèves
- les documents sont distribués aux moments opportuns, par exemple lorsque les élèves formulent la demande d'informations ciblées
- prévoir :
  - une fiche des mentions de risques éventuellement simplifiée
  - une photocopie de la fiche annexe sur transparent pour chaque groupe (à découper)

#### Pré-requis

- pictogrammes SGH de sécurité
- utilisation d'un dispositif de chauffage dans des conditions de sécurité (2<sup>de</sup>)
- solubilité (2<sup>de</sup>), états de la matière
- groupes caractéristiques alcool, acide et ester
- équation chimique de la réaction de formation d'un ester ou d'un polyester
- liaisons intermoléculaires

#### Extrait du BOEN

NOTIONS ET CONTENUS	COMPETENCES ATTENDUES
Matériaux naturels, artificiels. Squelettes carbonés et groupes caractéristiques Interactions intermoléculaires, structure des polymères et propriétés mécaniques et thermiques Réactions de polymérisation : du monomère au polymère  Règlement CLP européen, toxicité des composés	Distinguer les matériaux naturels des matériaux artificiels.  Reconnaître les groupes caractéristiques des fonctions alcool, acide, ester  Distinguer les liaisons covalentes des interactions intermoléculaires, utiliser ces notions pour justifier de propriétés spécifiques  Ecrire l'équation d'une réaction de polymérisation  Réaliser la synthèse d'un polymère synthétique ou d'un polymère à partir de substances naturelles.  Reconnaître les pictogrammes, classes de danger et les conseils de prudence et de prévention  Adapter son attitude aux pictogrammes et aux étiquettes des espèces chimiques

### Compétences transversales

- *mobiliser ses connaissances*
- *rechercher, extraire, organiser des informations utiles fournies par des documents*
- *réaliser, manipuler*
- *faire preuve d'initiative, de ténacité et d'esprit critique*
- *raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse*

Mots clés de recherche : règlement CLP, cellulose, acétate de cellulose, triacétate de cellulose, estérification, volatilité, filtration

Provenance : Académie de Grenoble

Adresse du site académique : <http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/spc/>

### **Sitologie :**

[www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/A\\_3\\_700\\_000-C-sav.pdf](http://www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/A_3_700_000-C-sav.pdf)

[www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/A\\_3\\_200\\_000-C1-sav.pdf](http://www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/A_3_200_000-C1-sav.pdf)

[www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/A\\_3\\_100\\_000-C1-sav.pdf](http://www.societechimiquedefrance.fr/IMG/pdf/A_3_100_000-C1-sav.pdf)

## SYNTHESE D'UNE FIBRE ARTIFICIELLE A PARTIR DU COTON

### DOC.1 - Des textiles étonnants

Depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'industrie textile est en constante évolution, créant sans cesse de nouvelles fibres. Jusqu'alors, les étoffes provenaient exclusivement du tissage de **fibres naturelles**, d'origines soit végétales (lin, chanvre, coton...), soit animales (laine, soie...).

Un premier tournant est pris en 1884, lorsque le français Hilaire de Chardonnet met au point un procédé permettant d'obtenir de la soie artificielle à partir de la cellulose, afin de répondre à une demande de tissus semblables à la soie mais plus économiques. La première **fibre artificielle** est née. Viendront ensuite l'acétate de cellulose (soie artificielle également), le triacétate de cellulose (crêpe, fausse fourrure), et enfin la viscose, toujours largement utilisée de nos jours pour sa brillance et sa légèreté. La matière première principale de ces fibres artificielles est la cellulose (issue du bois, du coton, du bambou...) dont on modifie chimiquement la structure afin d'obtenir des fibres aux propriétés spécifiques. Ainsi, le triacétate de cellulose, dont la production n'est plus d'actualité, nécessitait pour sa fabrication du coton et des réactifs de base du laboratoire et de l'industrie. Ses fibres, dotées d'une certaine rigidité, entraient dans la composition de tissus comme le crêpe.

Le second tournant est pris en 1938, lorsque la firme américaine Du Pont de Nemours commercialise le Nylon, fibre irrétrécissable, infroissable et de grande solidité. Après ce premier polyamide, seront mis au point divers polyester. L'obtention de ces **fibres synthétiques** requiert une matière première issue généralement du pétrole, constituée de petites molécules.

Les fibres artificielles et synthétiques s'avérant moins chères que les naturelles, leurs productions explosent. De nombreux tissus associent dès lors fibres de toutes origines. Les chercheurs ne cessent depuis d'améliorer les textiles : élastiques, imperméables, résistants, thermiques, ignifugés, anti-tâche... On commercialise des tissus antibactériens, hydratants, amincissants, tonifiants, parfumés... Dotés de fonctions nouvelles, on les baptise à présent « tissus innovants », parfois même, « tissus intelligents »...

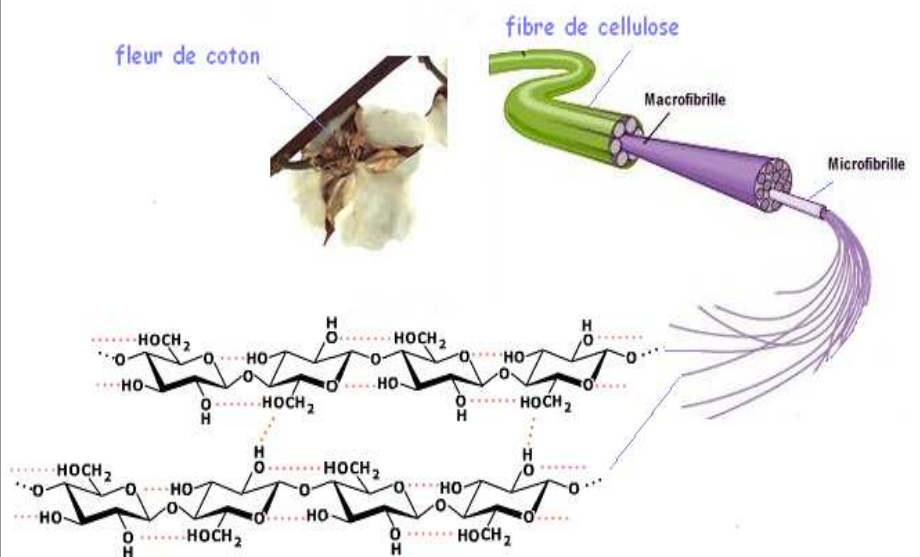


### DOC.2 - Qu'est-ce que la cellulose ?

Le coton est l'un des végétaux le plus riche en cellulose, avec une teneur de l'ordre de 90%.

La cellulose, qui est le principal constituant des végétaux, est un polymère naturel dont l'indice de polymérisation peut atteindre  $10^5$ .

L'association de centaines de ses molécules linéaires forme une microfibrille dont la cohésion est assurée par des interactions intermoléculaires. Ce sont ces micro-fibrilles qui, accolées les unes aux autres, constituent la fibre de cellulose (cf. figure).



## Problématique :

« Comment synthétiser le triacétate de cellulose au laboratoire en toute sécurité et quelles sont alors les transformations subies par la cellulose du coton ? »

### Protocole sommaire de la synthèse du triacétate de cellulose

- prendre les mesures de sécurité nécessaires<sup>(1)</sup>

#### PARTIE 1

- dans un récipient<sup>(2)</sup> de 250 mL bien sec, introduire :

\* 1,8 g de coton sous forme de petites boules (**réactif**)

\* 10 mL d'acide éthanóique pur (**solvant**) additionné de 2 gouttes d'acide sulfurique concentré

- à l'aide d'un bain-marie maintenu entre 60 et 65°C et d'un montage adapté<sup>(2)</sup>, chauffer le mélange durant 20 minutes

- petit à petit, additionner 10 mL d'anhydride éthanóique (**réactif**)

- chauffer à nouveau le mélange dans les mêmes conditions que précédemment, jusqu'à disparition complète du coton (une dizaine de minutes)

- poursuivre le chauffage 5 minutes

- refroidir sans excès<sup>(3)</sup>

#### PARTIE 2

- transvaser le mélange réactionnel liquide dans un grand bécber

- en agitant constamment, ajouter petit à petit 40 mL d'eau tiède. L'eau est à présent le **solvant**.

- sous agitation, neutraliser l'acide par ajout progressif d'environ 10 mL d'une solution d'hydrogénocarbonate de sodium à 1 mol.L<sup>-1</sup>, puis contrôler la réussite de l'opération<sup>(4)</sup>

- séparer le polymère de la solution<sup>(5)</sup> et le rincer à l'eau froide

- sécher le triacétate de cellulose à l'étuve à 60°C

<sup>(1)</sup> : les renvois sont destinés à la suite de l'activité

### 1 - Mise au point du protocole

*Le protocole fourni pour la synthèse est insuffisamment détaillé. A vous de préciser les parties grisées, à l'aide des documents fournis, en indiquant par écrit :*

1.1 - <sup>(1)</sup> quelles sont les précautions à prendre pour réaliser la synthèse.

1.2 - <sup>(2)</sup> la liste du matériel utilisé pour réaliser un montage adapté à réalisation de la première partie de la synthèse ainsi que le schéma du montage, réalisé à l'aide des étiquettes transparentes représentant le matériel disponible.

1.3 - <sup>(3)</sup> la raison pour laquelle le refroidissement doit être modéré.

1.4 - <sup>(4)</sup> la méthode que vous souhaitez utiliser pour vérifier que l'acide est bien neutralisé.

1.5 - <sup>(5)</sup> comment séparer le triacétate de cellulose du mélange réactionnel.

*Après validation de vos réponses par le professeur, il est possible de passer à l'étape de la synthèse.*

## 2 - Synthèse du triacétate de cellulose

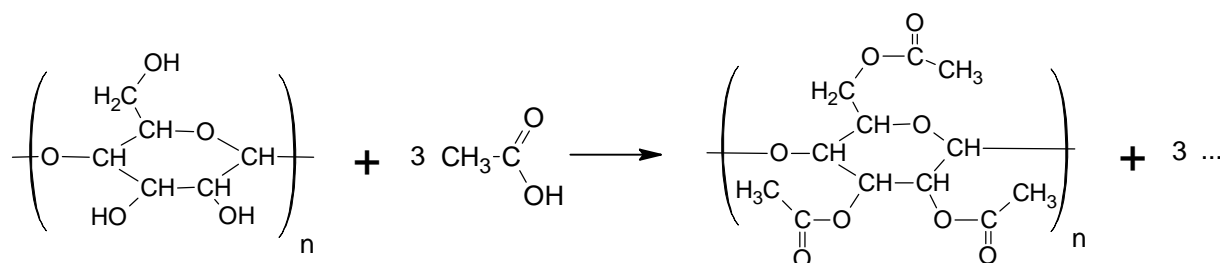
Réalisez la synthèse du polymère à l'aide du protocole à présent détaillé.

2.1 - Décrire le polymère synthétisé.

2.2 - Comment s'assurer que le composé obtenu n'est plus de la cellulose ?

## 3 - Etude de la réaction de formation du triacétate de cellulose

Dans la littérature, on relève comme équation chimique de la synthèse du triacétate de cellulose à partir de la cellulose et de l'acide éthanique :



La synthèse du triacétate de cellulose à partir de l'acide éthanique est généralement lente et aboutit à la formation d'une quantité très faible de produits. On substitue fréquemment l'acide par son anhydride, appelé anhydride éthanique, comme cela a été fait en T.P., afin de supprimer ces inconvénients.

3.1 - Après avoir entouré et nommé les groupes caractéristiques présents dans les molécules de réactifs et mis en jeu lors de la synthèse, établir la formule de l'espèce chimique qui est produite avec le triacétate de cellulose.

Lors de la première étape de la synthèse, la cellulose est imprégnée de solvant. Le but de cette opération est de préparer les molécules de cellulose à la réaction avec l'anhydride acétique, en rendant les groupes caractéristiques des fonctions alcools tous disponibles et donc réactifs.

3.2 - Quelle est l'origine du manque de disponibilité et donc de réactivité des groupes caractéristiques de la fonction alcool avant ce traitement ?




**DOC. 3 - INFORMATIONS RELATIVES AUX ESPECES CHIMIQUES DE LA SYNTHÈSE**

Espèce chimique	Anhydride éthanoïque	Acide éthanoïque
$T_{\text{fusion}} (^{\circ}\text{C})$	- 73	16
$T_{\text{ébullition}} (^{\circ}\text{C})$	139	118
Volatilité *	grande	grande
Caractéristique(s) des vapeurs	lacrymogènes et irritantes	irritantes
Solubilité dans l'eau	grande	grande

\* **volatilité** : capacité d'une espèce chimique à former des vapeurs. Une espèce chimique volatile liquide forme des vapeurs à des températures inférieures à sa température d'ébullition ; plus la température est élevée, plus la quantité des vapeurs produites est importante.

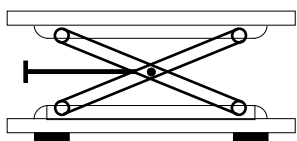
Espèce chimique Solvant	Cellulose	Triacétate de cellulose
Eau	insoluble	insoluble
Acide éthanoïque	insoluble	soluble

**DOC. 3 - POINT SECURITE**

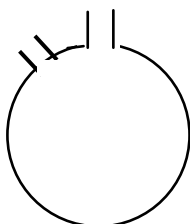
Espèces chimiques	Anhydride éthanoïque	Acide sulfurique	Acide éthanoïque
Pictogrammes de sécurité			
Mentions de danger	H226	H226	H226
	H302, H314, H332	H314	H314
Conseils de prudence	<p><b>P102</b> : Tenir hors de portée des enfants.</p> <p><b>P210</b> : Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. Ne pas fumer.</p> <p><b>P260</b> : Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols</p> <p><b>P280</b> : Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/ du visage.</p> <p><b>P301+P330+P331+P310+P321</b> : EN CAS D'INGESTION : Rincer la bouche. Ne PAS faire vomir. Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin. Traitement spécifique.</p> <p><b>P305+P351+P338+P310+P321</b> : EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin. Traitement spécifique.</p> <p><b>P405</b> : Garder sous clef.</p>	<p><b>P102</b></p> <p><b>P260</b></p> <p><b>P280</b></p> <p><b>P305+P351+P338+P310+P321</b></p> <p><b>P303+P361+P352</b> : EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux) : Enlever immédiatement les vêtements contaminés. Laver abondamment à l'eau et au savon.</p> <p><b>P405</b></p>	<p><b>P102</b></p> <p><b>P210</b></p> <p><b>P280</b></p> <p><b>P305+P351+P338+P310+P321</b></p> <p><b>P303+P361+P352</b></p>

DOC.4 - Schémas du matériel disponible pour la synthèse

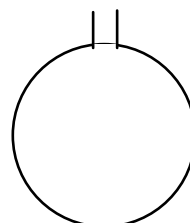
boy :



ballon bicol :



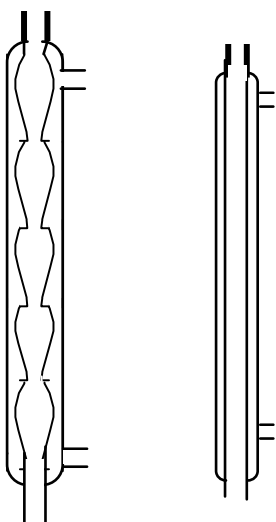
ballon :



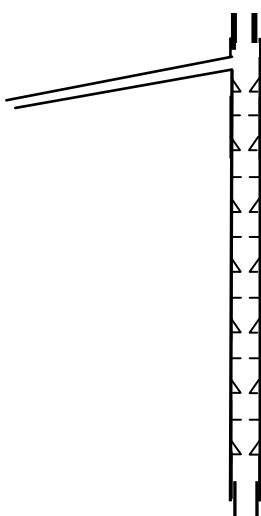
bécher :



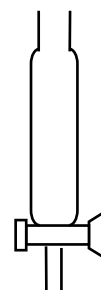
réfrigérants à eau :



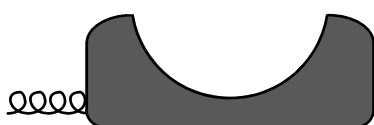
colonne à distiller :



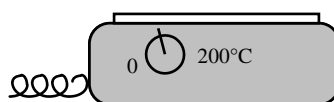
ampoule de coulée :



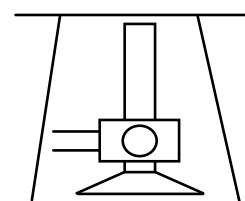
chauffe-ballon :



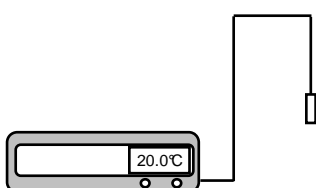
plaque chauffante :



bec bunsen et support :



thermomètre :



bouchons :



cristallisateur :





**DOC.4 bis - Description et fonction de quelques éléments de montage**

Nom	Description
ballon bicol	- récipient comportant deux ouvertures ou cols - des bouchons peuvent s'adapter aux orifices si nécessaire
chauffe-ballon	- dispositif de chauffage pour ballon
colonne à distiller	- colonne de verre creuse dont les parois intérieures sont tapissées de petits pics, permettant d'isoler une espèce chimique d'un mélange porté à ébullition
ampoule de coulée	- ampoule dont la partie inférieure est équipée d'un robinet, permettant de couler progressivement un liquide dans un ballon
réfrigérant à eau	- colonne de verre creuse dont les parois extérieures sont constamment refroidies par un <b>petit</b> courant d'eau froide <b>deux montages disponibles dans la salle permettent de visualiser le réfrigérant à eau, le sens de circulation de l'eau se faisant dans l'un des montages, de bas en haut et dans l'autre, de haut en bas</b>
boy	- support de hauteur réglable

**DOC.4 ter - Éléments de remédiation pour le choix d'un montage approprié à la synthèse**

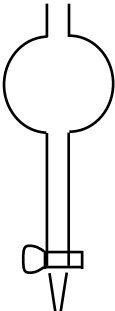
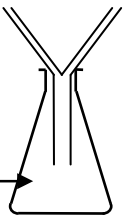
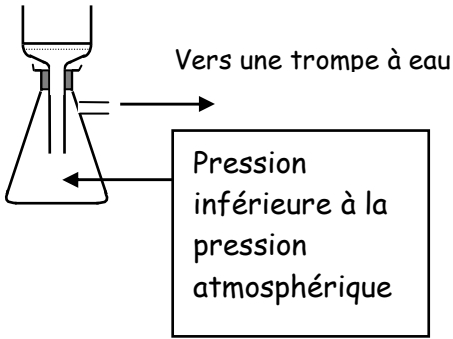
**Le professeur n'a pas validé le montage proposé, essayez de comprendre pourquoi à l'aide du questionnaire ci-dessous, puis tentez votre chance après avoir effectué des modifications.**

Le montage que j'ai proposé permet-il :

- de chauffer le mélange réactionnel sans risque d'inflammation ?
- de supprimer la source de chauffage rapidement en cas d'emballement du mélange réactionnel ?
- d'éviter d'éventuelles projections de mélange ?
- de ne pas disperser de vapeurs de réactifs, de produits ou de solvant dans la salle ?
- de réguler la température du bain-marie ?
- d'introduire les différents liquides en cours de synthèse ?
- de ne pas créer de surpression dans le montage ?

**DOC.5 - Dispositifs disponibles pour la séparation du polymère du milieu réactionnel**

Un exemplaire de chacun des dispositifs est disponible dans la salle.

Ampoule à décanter	Dispositif de filtration simple	Dispositif de filtration sous pression réduite
	<p data-bbox="432 600 692 763">Pression égale à la pression atmosphérique</p> 	 <p data-bbox="1177 651 1437 846">Pression inférieure à la pression atmosphérique</p> <p data-bbox="1182 555 1461 584">Vers une trompe à eau</p>

FICHE ANNEXE  
un jeu par groupe  
à imprimer sur transparent et à découper suivant les pointillés

