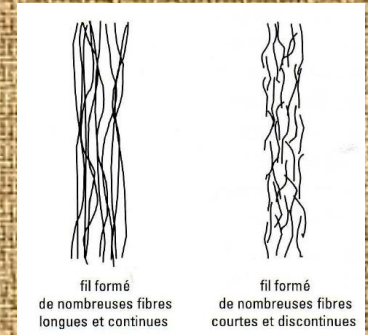


# Les fibres textiles naturelles

**Forme**

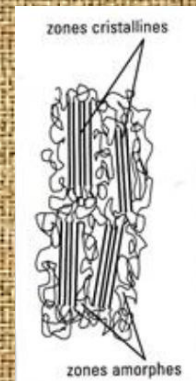
**Finesse et longueur**



**Caractéristiques d'une fibre textile**

**Propriétés physico-chimiques**

**Cristallinité**



# Finesse et longueur

## Types

- Fils continus
- Fils discontinus



fil formé  
de nombreuses fibres  
longues et continues



fil formé  
de nombreuses fibres  
courtes et discontinues

## Unité: Tex

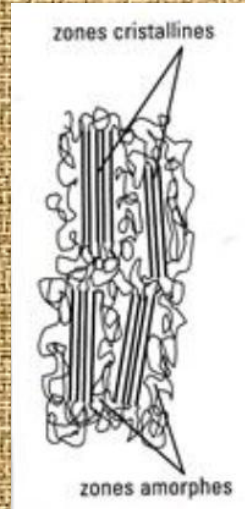
Masse en g  
de 1 km de  
fibre

Ordre de  
grandeur  
d'une fibre :  
50-167 Tex

Propriétés de la fibre :  
souplesse et douceur

# Cristallinité

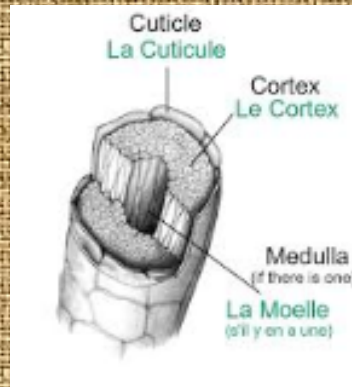
Vue en longueur



-Structure ordonnée orientée dans le sens de la longueur  
-propriété de la fibre : **rigidité**

-Structure désordonnée  
-Propriété de la fibre : **souplesse**

Vue en section



-Zone centrale :  
macromolécules ordonnées et orientation longitudinale. Ex : laine

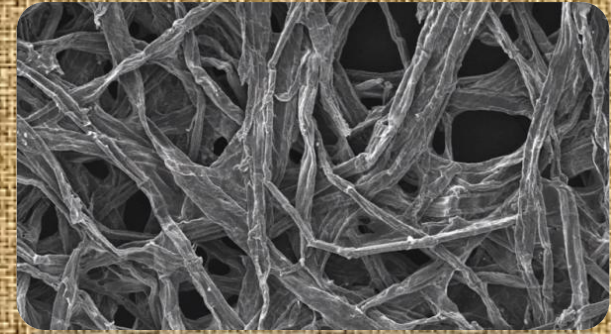
-Zone périphérique :  
Désordonnée  
-Caractère **microporeux**  
Tissu gonflant et isolant  
Ex : lin

## **Propriétés:**

- Lorsque la cristallinité augmente
- la densité de la fibre augmente.
- affinité tinctoriale
- augmentation de la résistance mécanique.
- diminution de la solubilité dans les solvants.
- durée de conservation augmente

# **Les fibres naturelles d'origine végétale**

# La cellulose

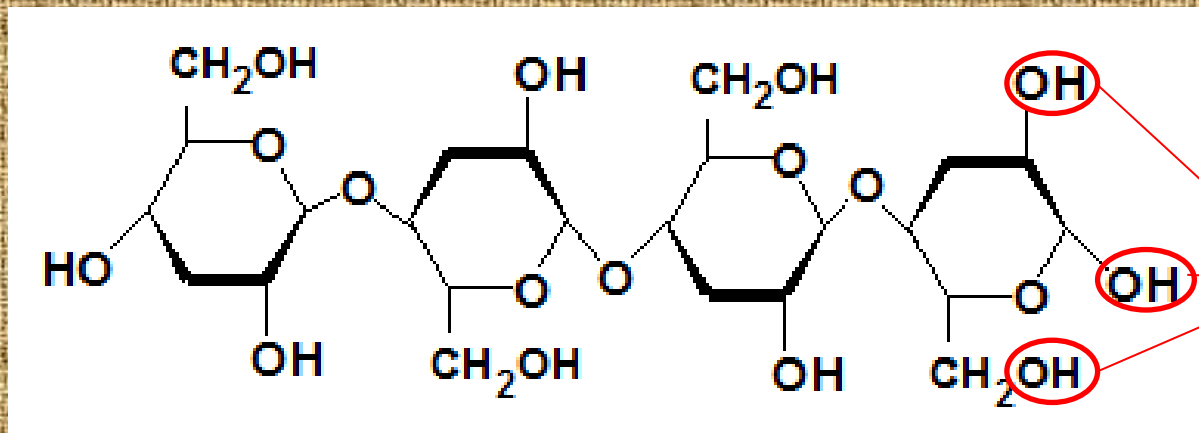


*Fibre de cellulose*

## • La structure

La cellulose est un **polymère naturel du glucose**.

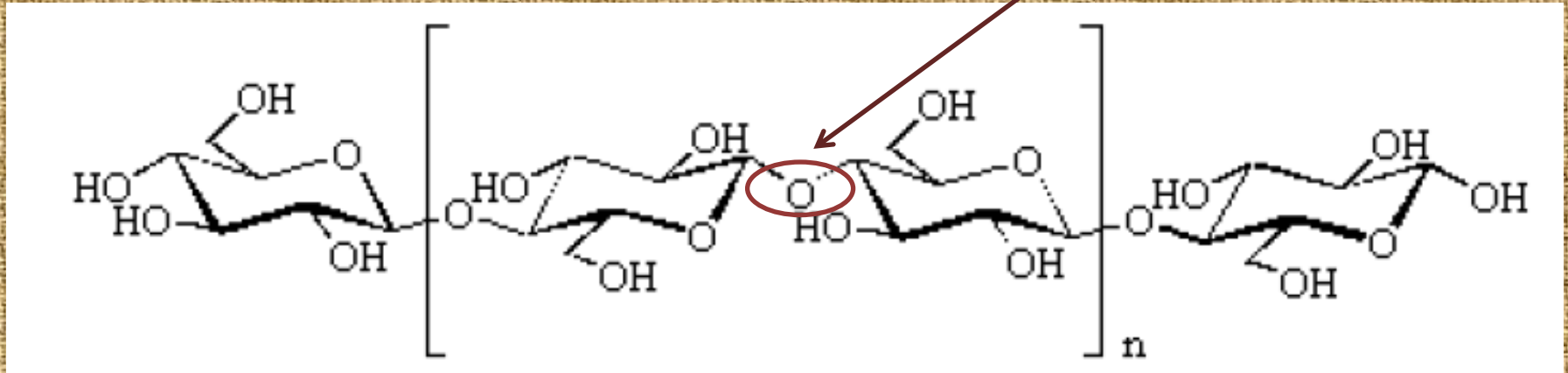
**Les macromolécules** sont liées les unes aux autres avec des **liaisons hydrogène**.



*Groupements hydroxyles qui forment les liaisons hydrogène*

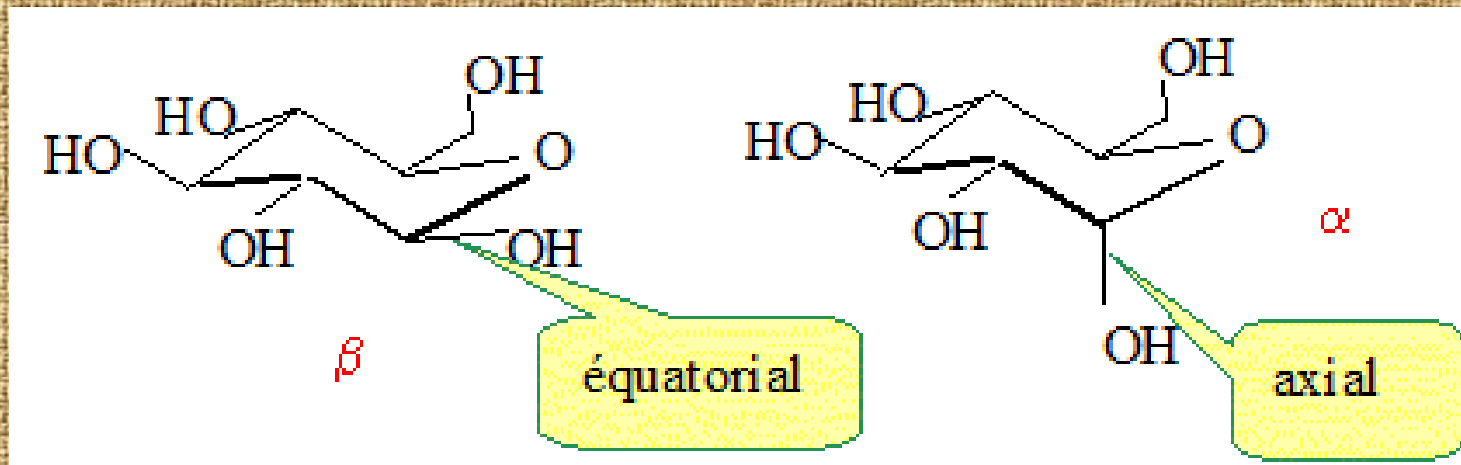
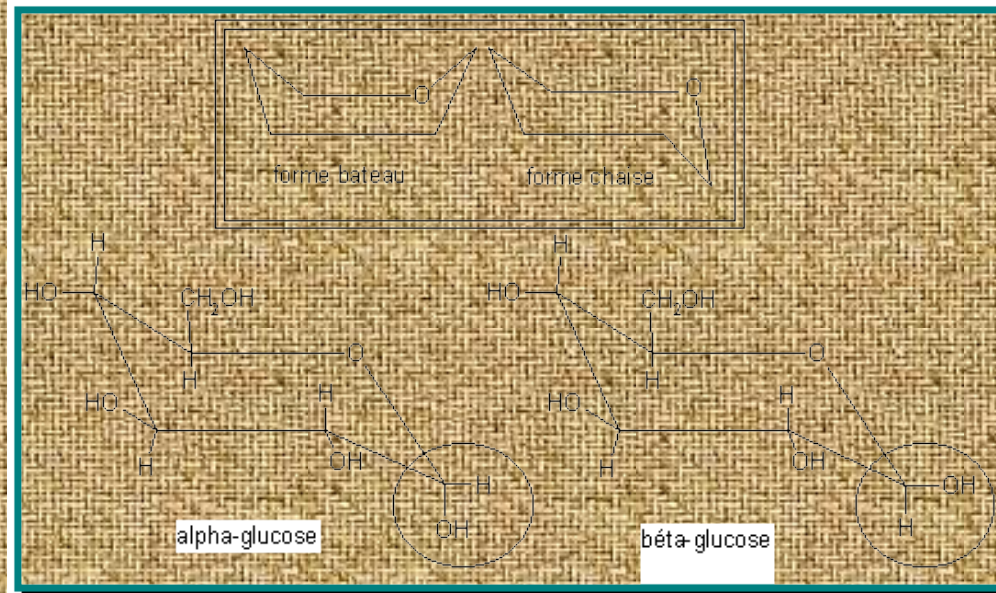
- **La structure géométrique**

Les glucoses sont reliés entre eux par des liaisons osidiques  $\beta$  1-4.



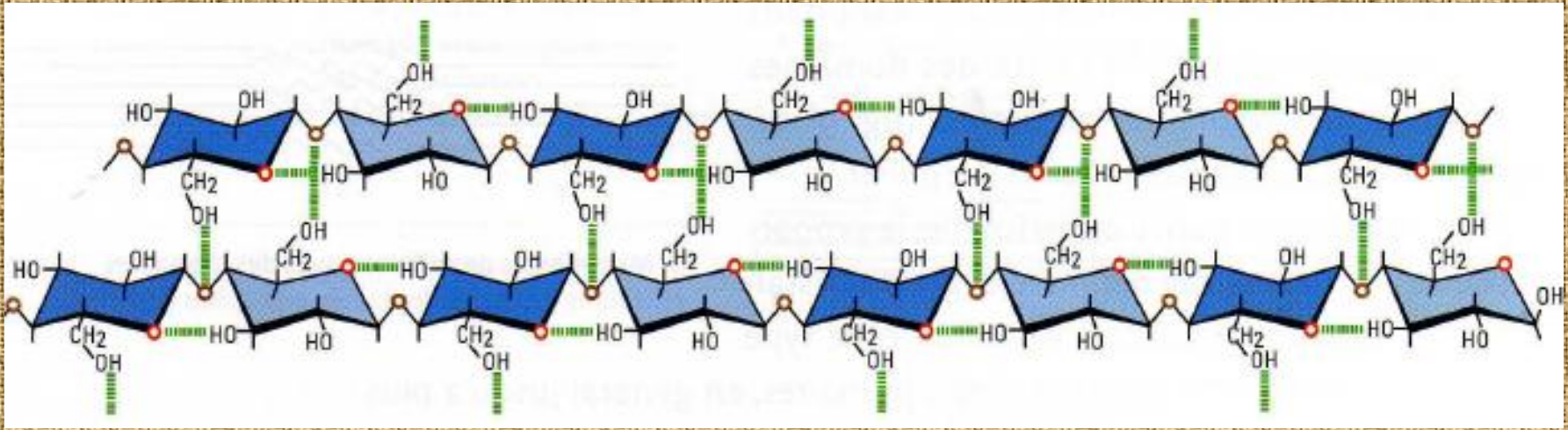
Le motif de répétition est le dimère **cellobiose**  
Le polymère est le  **$\beta$ -1,4-glucane**





C'est le glucose en conformation  $\beta$  qui compose la cellulose.  
Ceci permet de former une chaîne linéaire

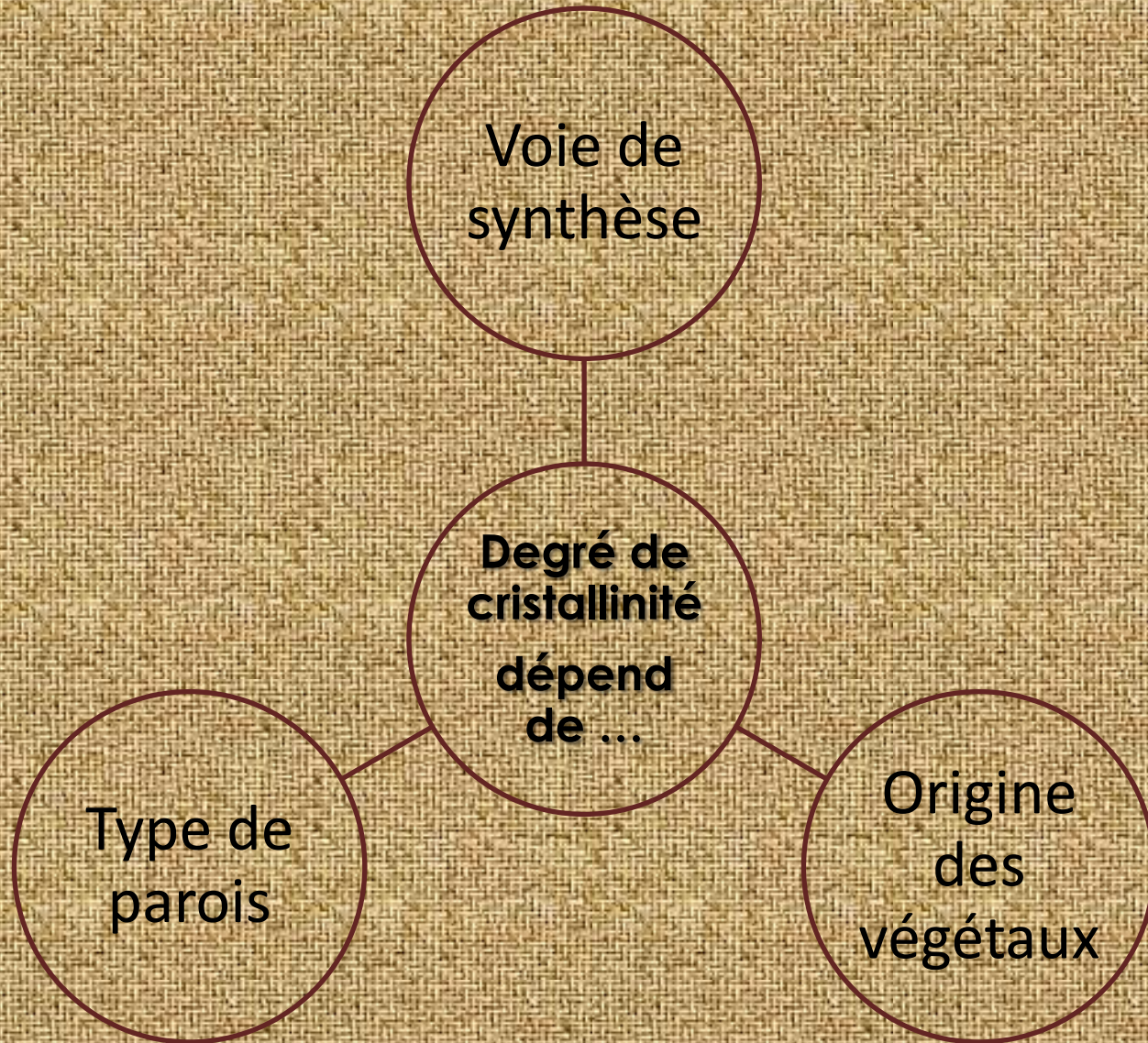
**Les macromolécules** (c'est-à-dire qui possède une masse moléculaire élevée) **sont** liées les unes aux autres avec des **liaisons hydrogène**.



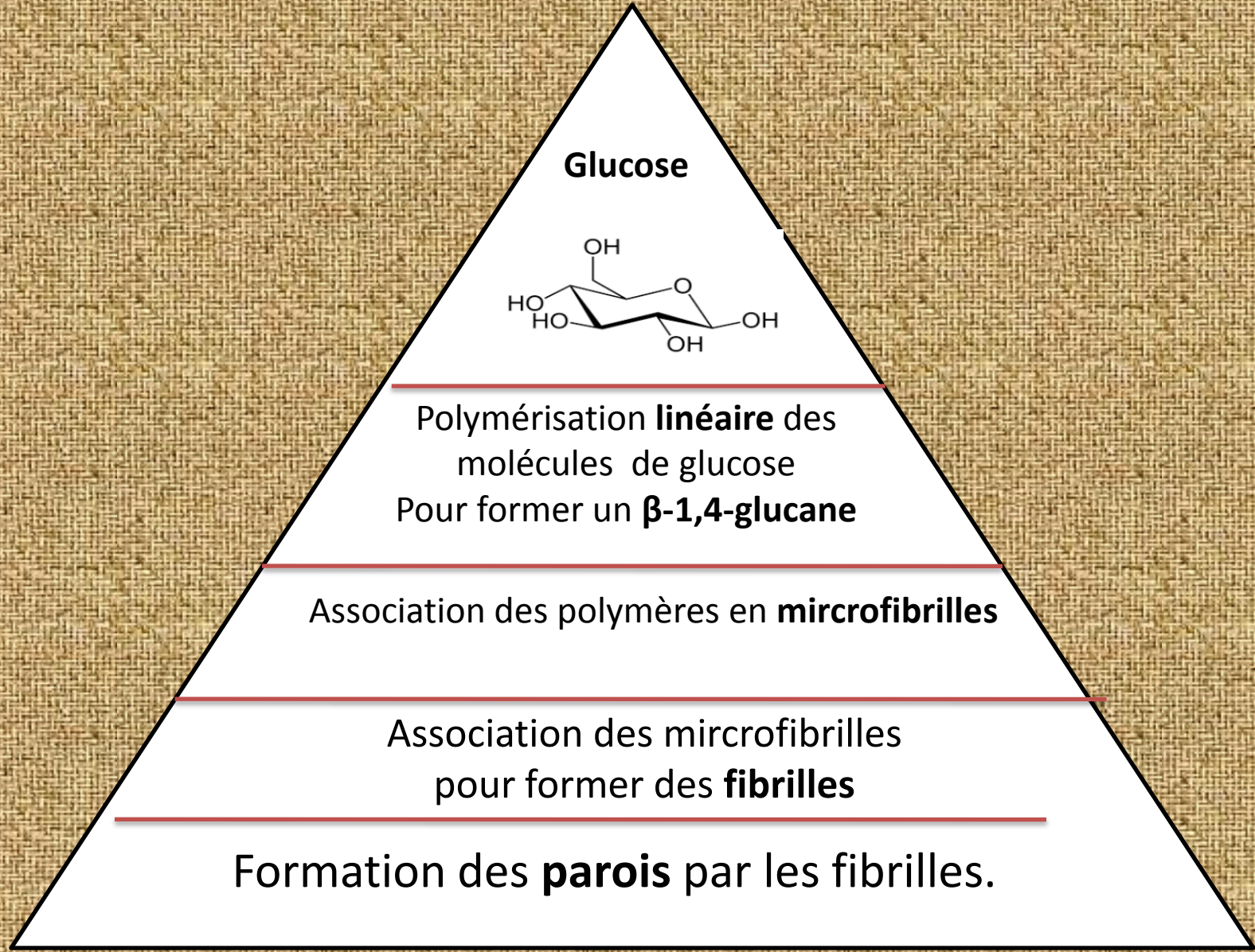
Le **degré de polymérisation** diffère énormément selon l'origine de la cellulose ; sa valeur peut varier de quelques centaines à quelques dizaines de milliers.

La longueur d'une chaîne polymère, constituée de monomères , se mesure en DP (Degré de Polymérisation)

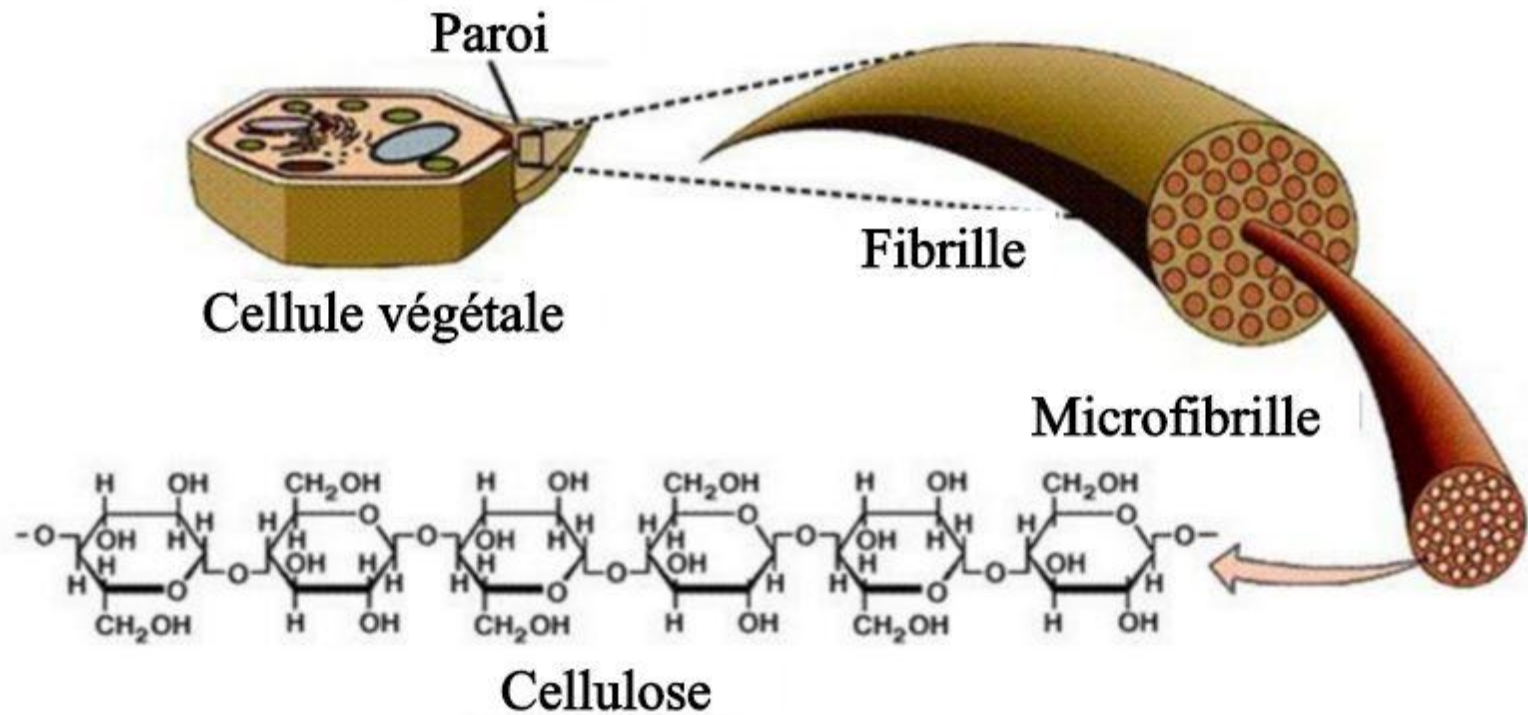
- **Facteurs de la cristallinité**

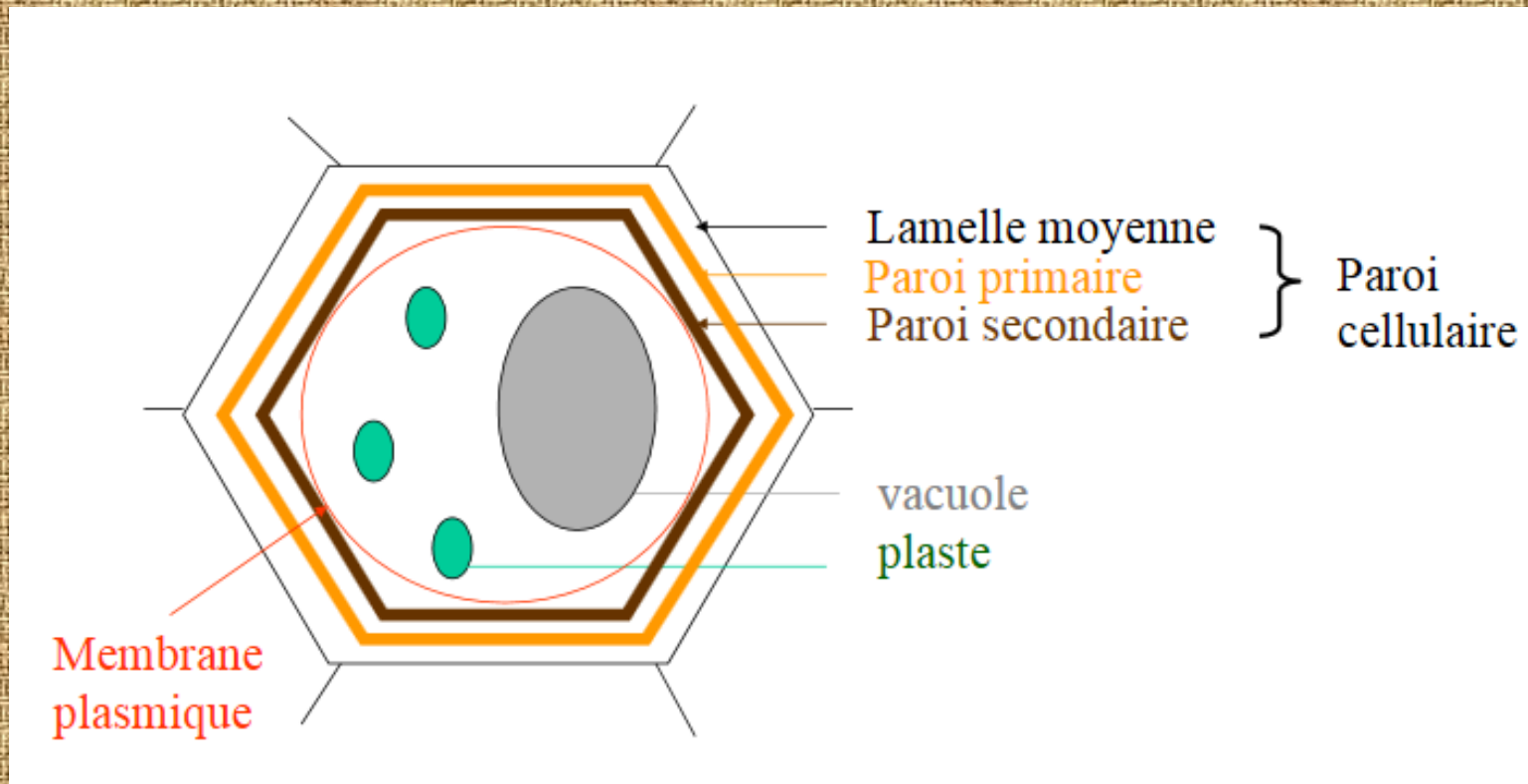


- Organisation de la cellulose en niveaux hiérarchiques



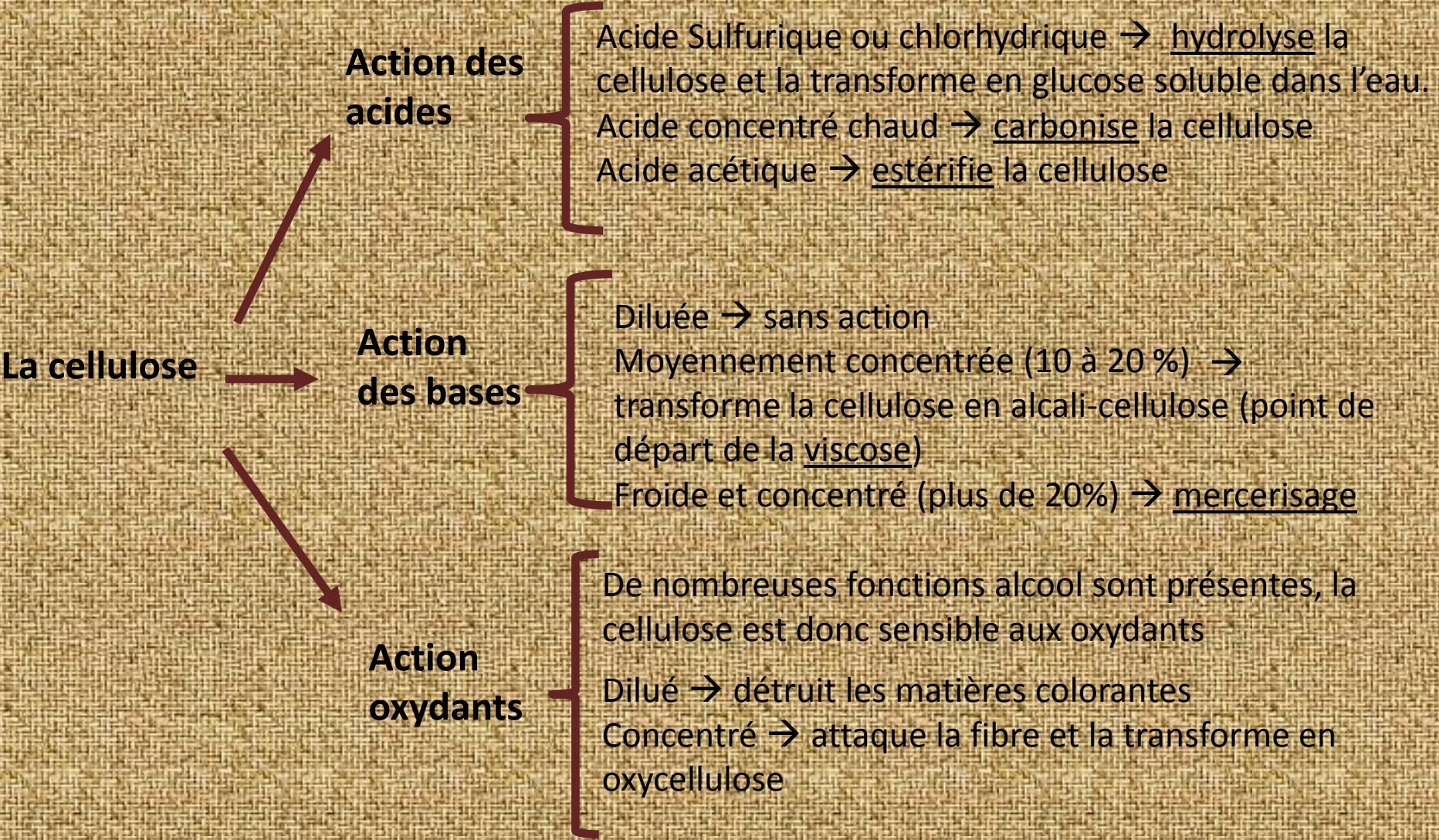
# Organisation de la cellulose





**N'oublions pas que la cellulose se trouve dans une cellule végétale !  
Les parois de la cellule sont formées de fibrilles de cellulose.**

# • Propriétés chimiques de la cellulose



# Le coton

Fibre naturelle d'origine végétale  
La plus utilisée dans le monde (50%)

Producteurs : Etats-Unis,  
CEI ( Russie et pays voisins)  
Chine, Inde et Egypte

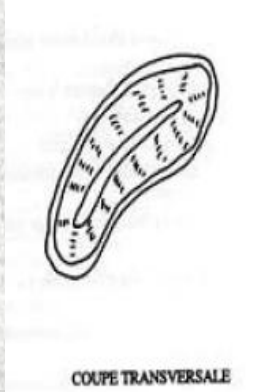
Fort impact écologique :  
Utilisation de beaucoup d'eau ,  
d'engrais et de pesticide.





# La structure

Composition : 87% de cellulose.



Section :  
forme de haricot.

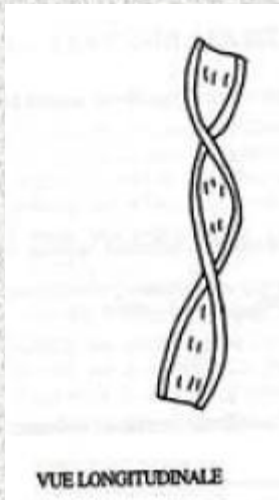


Fibre claire et soyeuse

Longueur : 1 à 7 cm

Diamètre : 20 à 40  $\mu\text{m}$ .

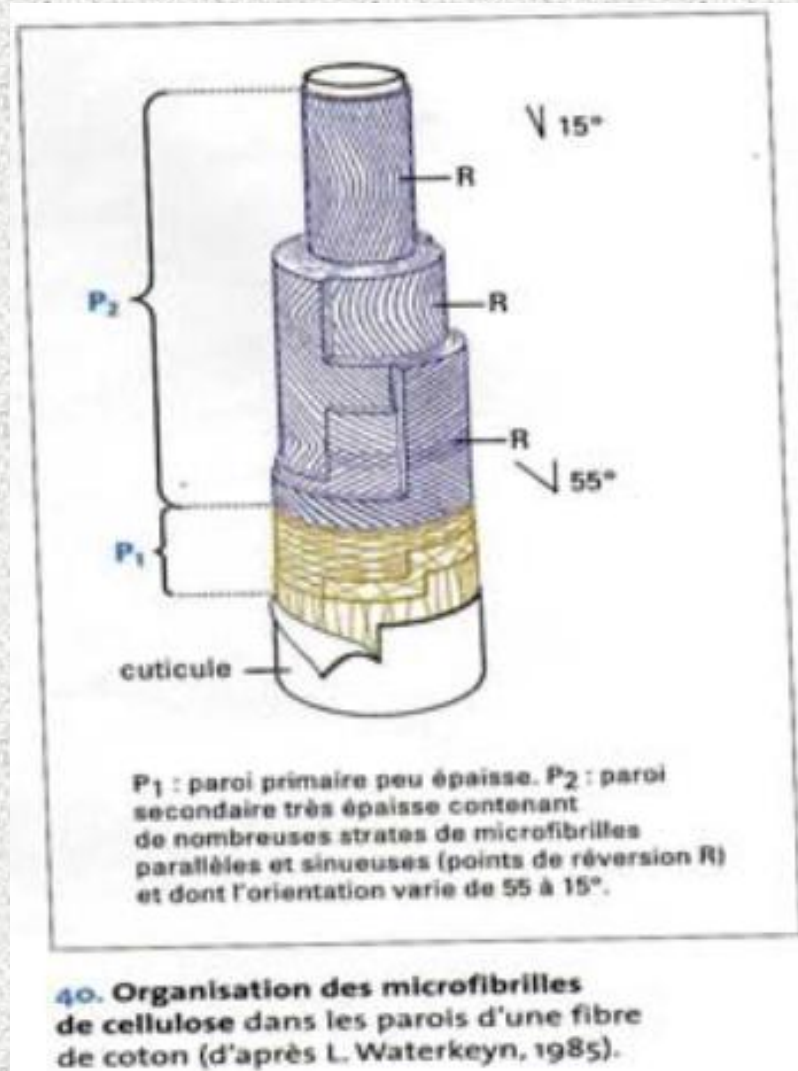
La fibre est  
creuse et  
torsadée avec  
un canal central  
très large.



Le degré de polymérisation est de  
 $n = 2500$  à  $3000$

La longueur d'une chaîne polymère,  
constituée de monomères, se mesure en DP  
(Degré de Polymérisation)

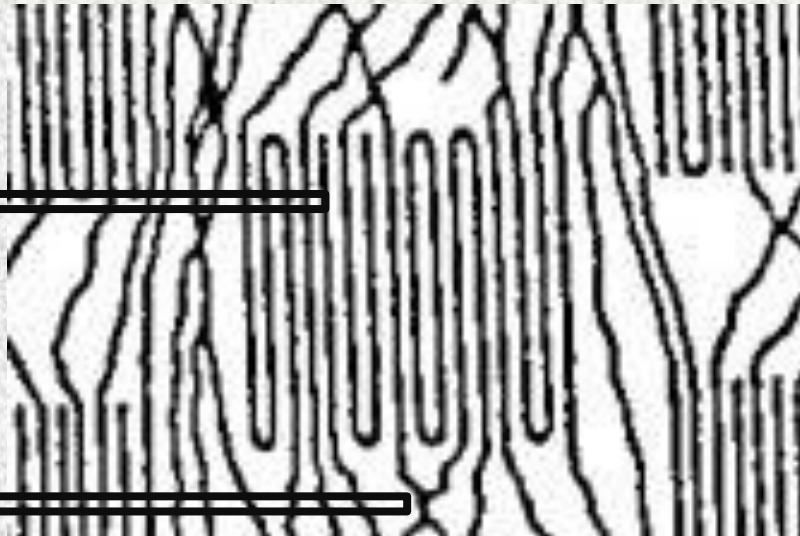
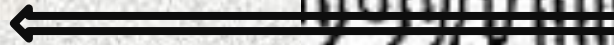
# Organisation des microfibrilles de cellulose dans les parois d'une fibre de coton



**Propriétés chimiques du coton** : semblables à celles de la cellulose.

**Propriétés physiques du coton** : bonne résistance mais élasticité médiocre liés au fort degré de cristallinité des microfibrilles de la cellulose.

Zone  
cristalline



Zone  
amorphe



*amorphe: qui n'a pas de forme apparente ou de structure déterminée.*

## **Propriétés physiques et textiles :**

### **Avantages :**

- Peu coûteux
- Textile doux et confortable
- Légèreté
- Reprise en eau 10 à 20 %
- Bonne résistance au blanchiment- jaunit à la lumière
- Très bonne affinité tinctoriale
- Très bonne affinité à la filature
- Très bonne aptitude aux mélanges (avec polyesters)
- Résistance aux insectes mais sensible aux moisissures

### **Inconvénients :**

-Rétrécit au lavage. Lorsqu'on mouille et que l'on tire sur les macromolécules on tire sur les zones amorphes. En séchant les macromolécules restent bloquées sous tensions. Quand on remouille les macromolécules reprennent une configuration repliées et le matériau rétrécit. Cependant ce problème peut être évité en supprimant les liaisons hydrogène.

## **Tests d'identification :**

- Brûle rapidement, cendres blanches et légères**
- Coupe transversale : aspect haricot**
- Soluble dans la liqueur de Schweitzer et dans une solution acide de chlorure de zinc**

# Mergerisation du coton

Le procédé a été conçu en 1844 par **John Mercer** qui eut l'idée de traiter des fibres de coton avec de la soude caustique. Cependant, elle occasionnait un rétrécissement important de l'étoffe.

C'est sûrement pour cette raison que le procédé ne rencontra guère de succès avant que Horace A. Lowe l'améliore en 1890 jusqu'à sa forme actuelle (coton perlé). L'amélioration principale consistait à maintenir le textile étiré pendant l'opération afin de prévenir son rétrécissement

**Avantages** : la technique de Mercer transforme l'aspect et la cristallinité de la fibre. Ce qui rend le tissu plus solide et plus réceptif aux teintures avec un aspect lustré et brillant.

### Forme transformée

Les fibres de section en forme de **haricot** deviennent, sous l'action du gonflement, de section **circulaire**. Les fibres qui sont vrillées avant le traitement le sont nettement moins après celui-ci



La cuticule de coton est brisée, la lumière se réfléchit mieux et les fibres deviennent plus **brillantes**

### Augmentation de la cristallinité



-Augmentation de la **résistance** et la ténacité à sec et au mouillé.  
-Augmentation de l'**affinité tinctoriale**

**Inconvénient** : augmentation des risques d'abrasion.

- C'est pour cela qu'on réserve ce procédé aux étoffes de noble qualité.

Le terme « **Fil d'Ecosse** » est utilisé pour des filés de coton ayant subi une mercerisation.

- Pour augmenter la solidité, on en roule le fil mercerisé autour d'une âme souvent un fil de polyester. On appelle ces fils **Core yarns** ou fils **guipés**.

# Froissabilité des fibres de coton

## Conditions propices à la formation des plis :

- Contrainte de pression ou de flexion
- Présence d'humidité

## Etapas de formation d'un pli :

- La fibre cellulosique gonfle en présence d'eau. Ceci est dû à la rupture des liaisons hydrogène des zones amorphes de la cellulose.
- Le pli se forme. Les groupes – OH du polymère peuvent former des liaisons hydrogène avec des molécules d'eau sous la contrainte de la pression.
- Le séchage permet la fixation du pli

## Elimination du pli :

Il faut refaire le même processus et donner la forme souhaitée après avoir fait gonfler la fibre → repassage à la vapeur



## **Pour éviter les plis et le froissage du coton :**

-On fait agir sur les groupes – OH un composé qui n'établit pas de liaisons hydrogène.

On réalise cette opération par réaction avec des acides polycarboxyliques qui réagissent avec les – OH dans une réaction d'estérification. Cette réaction est réalisée alors que les zones amorphes sont mises par pressage à la forme voulue.

- L'effet secondaire de ce traitement est de rendre le coton hydrophobe. Il sèche alors plus vite mais se lie davantage aux graisses.

# Le lin

Le lin est utilisé depuis l'antiquité. Par exemple en Egypte il servait entre autre à confectionner les bandelettes imputrescibles qui enveloppaient les momies.

-Il est issu des tiges de lin.

-Le lin est anallergique, isolant et thermorégulateur.

# Structure de la fibre

- Le lin est formé de cellulose.
- Les fibres sont lisses et parallèles.
- Les fibres sont claires et brillantes souvent groupées en faisceau.
- La longueur moyenne est de 6 cm.
- Degré de polymérisation :  $n = 2500$ .

**Propriétés chimiques :** Les mêmes que le coton

## **Propriétés physiques et textiles**

- Bonne résistance mécanique en raison d'une plus grande cristallinité des fibres et la disposition des microfibrilles dans l'axe de la fibre.
- Fibre lourde qui donne du tombant au tissu.
- Faible élasticité
- Grande finesse : se froisse facilement.
- Moins bonne affinité tinctoriale que le coton car l'épaisseur des parois de la fibre empêche une bonne pénétration du colorant.
- Mauvais pouvoir adiathermique, moins bon que le coton. (les rayons lumineux pénètrent facilement la matière)
- Reprise en eau de 12 à 20 %
- Bon pouvoir absorbant.
- Jaunit à la lumière.
- Attaqué par les moisissures.

## Tests d'identification

- Brûle rapidement, cendres blanches et légères.
- Aspect en longueur : Stries irrégulières en forme de X.
- Vue en coupe : cellule aux contours polygonaux à angles arrondies.
- Soluble dans la liqueur de Schweitzer, dans une solution acide de chlorure de zinc et dans de la cupri-éthylène-diamine.



LE CHANVRE  
ET AUTRES  
FIBRES



Le chanvre, le jute, le kapok et  
la ramie.

# LE CHANVRE

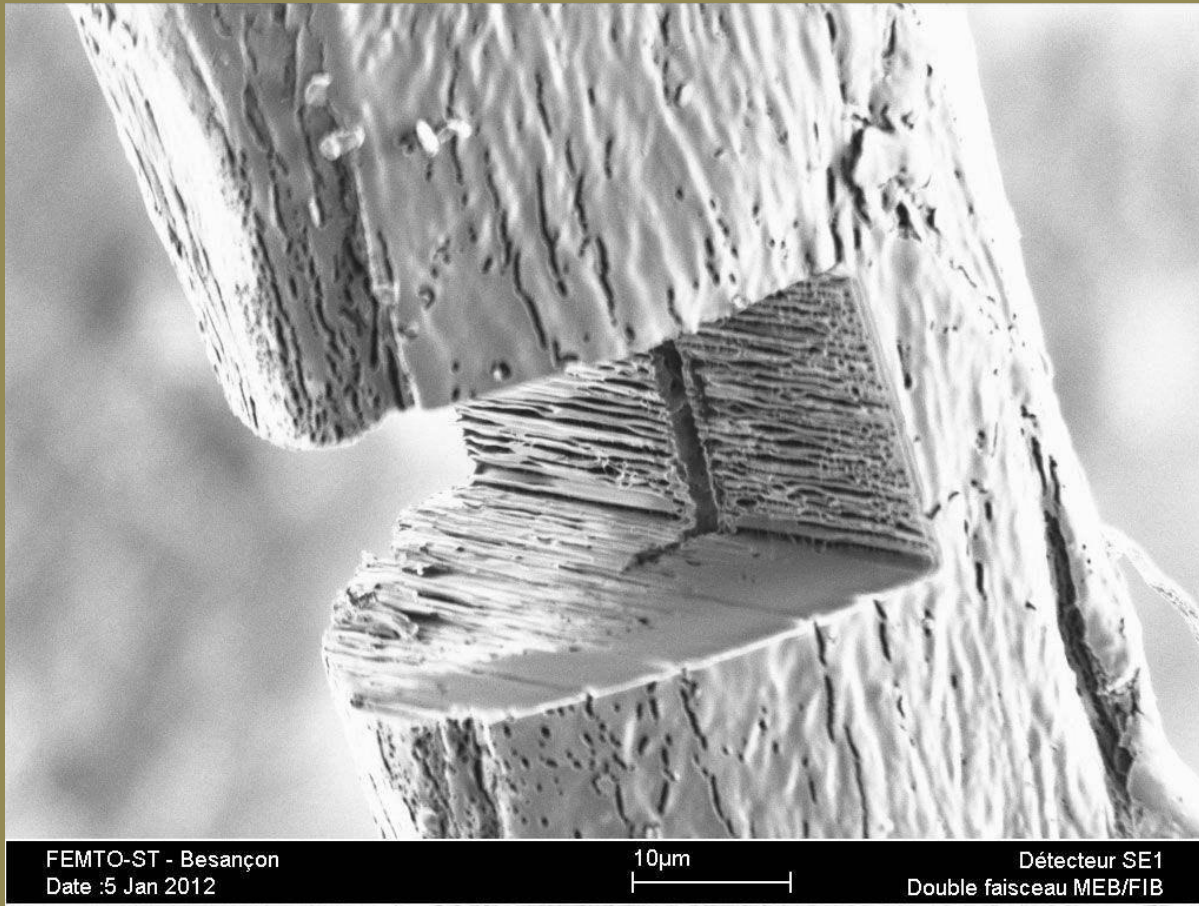
Utilisé depuis l'antiquité (4700 av JC), il est originaire des versants himalayens de l'**Inde**. Formé à partir des **tiges** et est constitué de **cellulose**.





# Structure

*Constitué 85% de cellulose, 8% de lignine et 7% de cire et de pectine*



*fibres de chanvre vues au microscope*

*10 à 50  
micromètres de  
diamètre*

*1 à 4 cm de long*



*Toucher assez rêche et rustique  
car la solidité des fibres est  
plus grande que celle du lin  
(présence de lignines) et moins souple.*

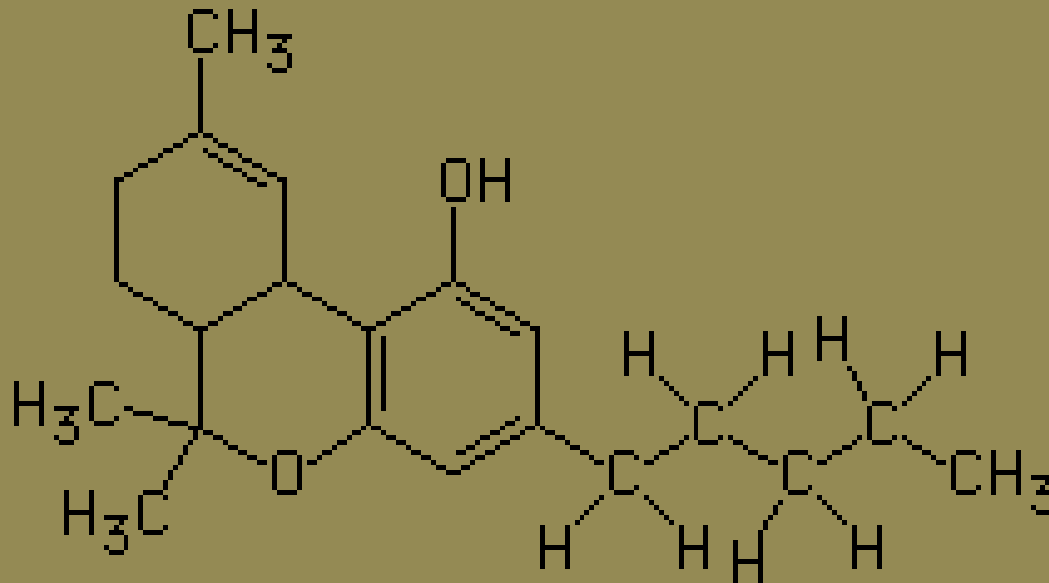
*Présence de fibrilles à la  
surface de la fibre,  
ce qui donne aux filés de  
fibres un aspect  
pelucheux. Moins lisse  
que le coton.*

# Le principe actif

*Le chanvre est le nom générique qui désigne toutes les plantes du genre Cannabis. La différence entre le chanvre et le Cannabis Sativa L indica est la proportion de THC qu'elles sécrètent.*

*Les principes actifs trouvés dans le cannabis sont appelés cannabinoïdes. Ce ne sont pas des alcaloïdes, mais des molécules pourvus d'une structure originale. Les cannabinoïdes sont synthétisés dans toutes les parties vertes de la plante mais en proportions variables : les pieds mâles sont beaucoup moins riches. Il existe plus de 30 cannabinoïdes connus et leur étude chimique est relativement récente.*

Sa formule chimique est la suivante: Formule développée (D9-THC)



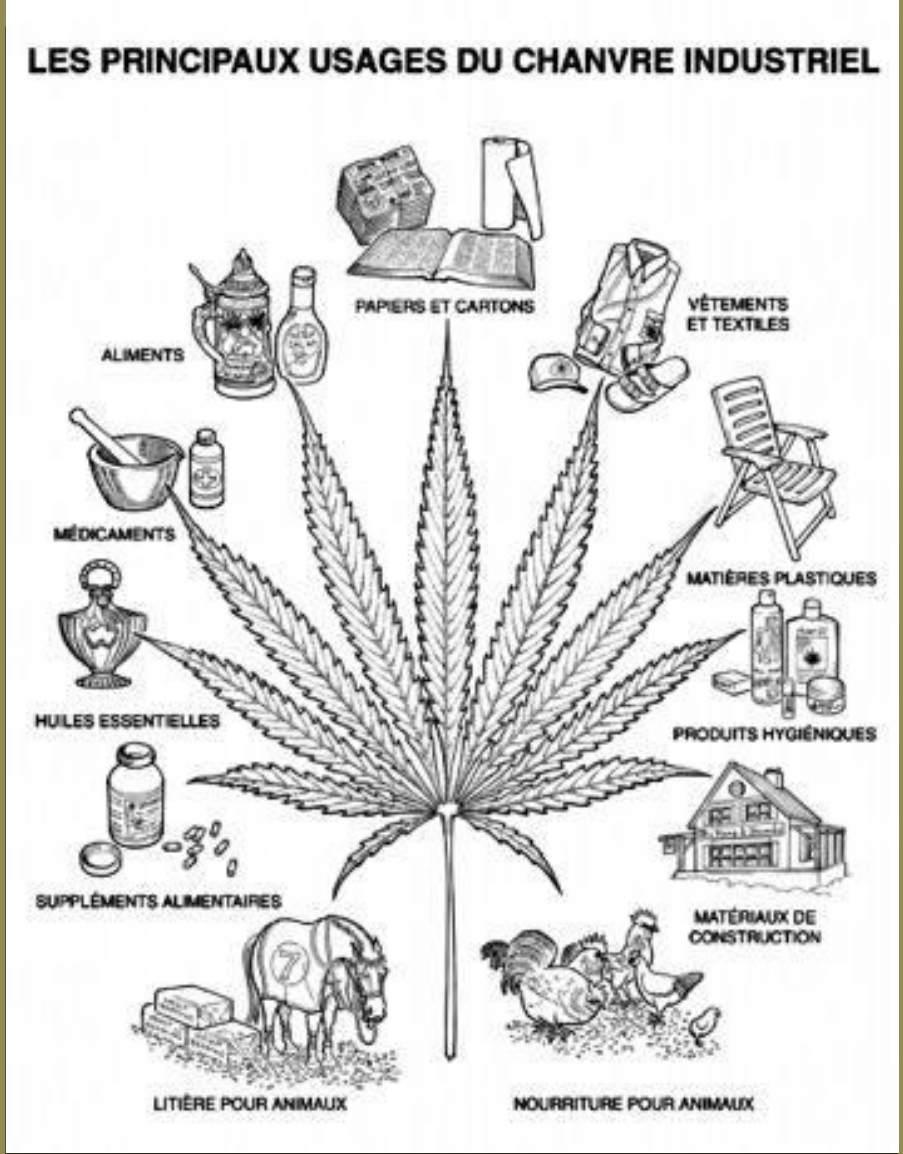
# Propriétés physiques et textiles

- *Hydro régulateur* : Il dispose d'une forte perméabilité à la vapeur d'eau ce que le rend particulièrement adapté aux constructions ouvertes a la diffusion .
- *Thermo régulateur*: conserver une température constante.
- *Isolant acoustique*
- *Ecologique.*
- *Bonne capacité d'absorption de l'humidité.*

# Tests d'identification

- **Brûle rapidement**, cendres blanches et légères.
- La surface de la fibre est ramifiée en **fibrilles**.
- Sa section est **polygonale** mais le canal central est plus important que celui des fibres de lin.

Les toiles de chanvre servent pour faire de la décoration d'intérieur, des constructions composites, production de papier et billet de banque.



# LE JUTE (chanvre du Bengale)

*La fibre de jute est surnommée la Fibre d'Or. Car elle est de bonne qualité et possède des reflets brillants.*

*Le jute prospère dans les terres tropicales situées à faible altitude ayant un taux d'humidité entre 60 et 90%.*

*La fibre de jute est longue, douce, brillante cependant est très rêche et donc désagréable a porter.*

*Fibre très fine par rapport au autres.*

*Principaux pays producteurs:*

*Pays d'Asie du Sud.*

*Inde et Bangladesh*

*Le Népal et le Myanmar*

*Le Pakistan*



# Structure

Composé de cellulose 65,2 ; lignine 12,5 ; cire et autre 0,8





Courtes (2 à 3 mm)

Diamètre de  
16 micromètres

Fibre de jute

```
graph TD; A[Fibre de jute] --> B[Courtes (2 à 3 mm)]; A --> C[Diamètre de 16 micromètres]; A --> D[aspect raide et grossier];
```

aspect raide et grossier

# Propriétés

Isolant acoustique

Doit être conservé à l'abri de l'humidité qui l'altère

Se teint et se blanchit facilement

# Test d'identification

- Similaire au chanvre

# Utilisations

- Fabrication de sacs
- Cordage
- Tissage
- Cosmetique
- Papier de cigarette
- Peinture....



# Le Kapok

Fibre végétale extraite du fruits de plusieurs arbres tropicaux de la famille *Bombacaceae*.

Principaux pays producteurs:

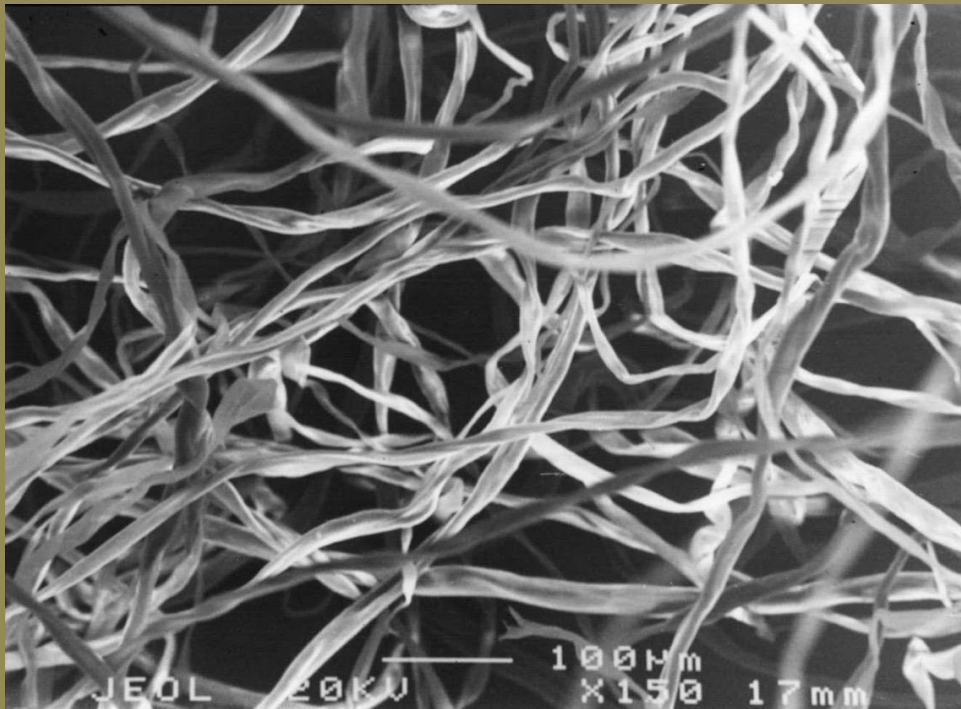
Indonésie

Thaïlande



# Structure

Cette fibre constituée par les poils fins et soyeux recouvrant les graines de kapokier



*Fibre du Kapok Vue au microscope*

# Propriétés

Fibre très légère et non tissable

possède de bonnes qualités thermiques

mouillable et à la réputation de flotter à la surface de l'eau sans s'immerger

imperméabilité

imputrescibilité

# Utilisations



- Rembourrage des anoraks
- Literie



# La ramie

Elle est extraite de l'écorce de l'ortie de Chine. Ce sont des fibres longues et brillantes aux propriétés identiques au lin et au coton. 6 000 ans d'utilisation en font l'une des plus anciennes plantes textiles et papiers utilisée.



## Pays producteurs :

Chine

Japon

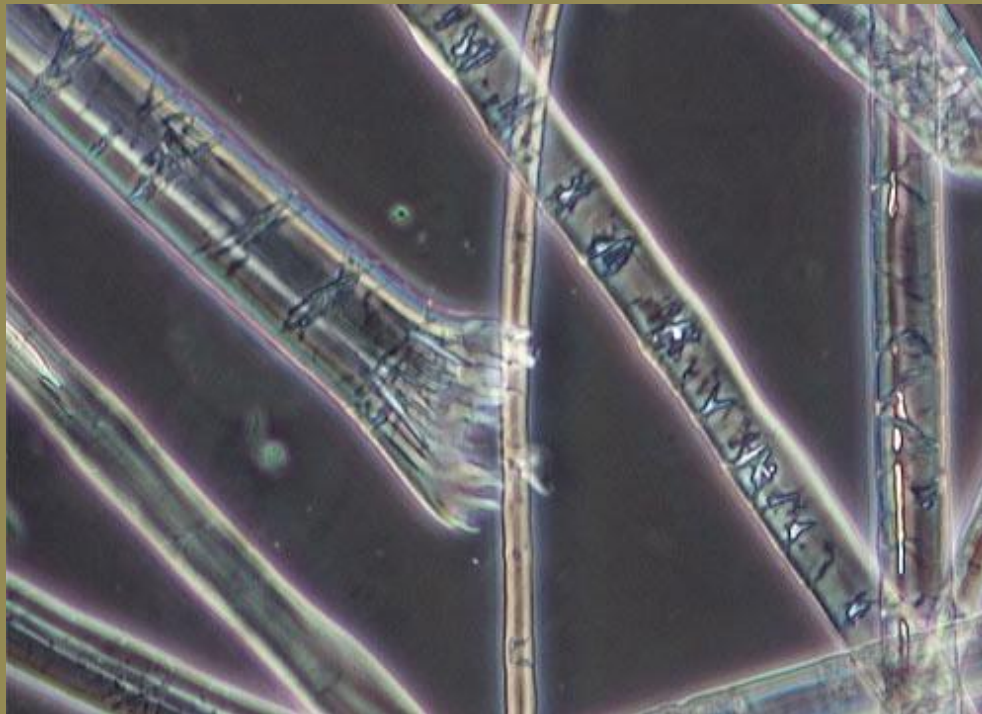
# Structure

Concentration de cellulose de 99%

Fibres longues et brillantes .

Longueur : 6 à 25 cm

Diamètre : 50 micromètres.



# Propriétés

brillance et de résistance comparable à la soie.

rapport ténacité/finesse le plus important

imputrescibles.

bonne capacité à absorber l'humidité

# Utilisations

- Papeterie
- Habillement
- Ameublement



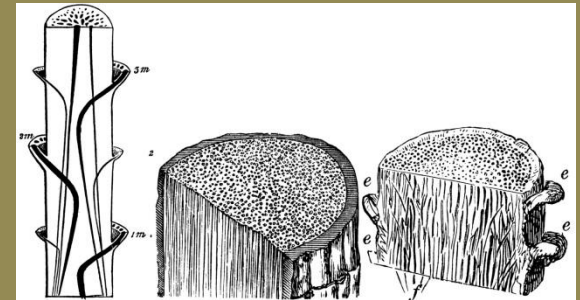
# AUTRES FIBRES



Noix de coco



Le palmier



Fibres d'ananas



Le baobab



Le sisal (Fibres grossières extraites d'une plante (agave) du Mexique)



**Les fibres naturelles  
d'origine animale**

A close-up photograph of raw wool. The wool is a light beige or cream color, with a fibrous and slightly matted texture. Several dark, thin, and irregular strands of vegetable matter (VM) are visible, scattered across the wool. These strands are darker in color, ranging from dark brown to black, and have a more solid, fibrous appearance compared to the surrounding wool. The text "La laine" is overlaid in the center of the image in a bold, black, sans-serif font.

**La laine**

# Sources d'approvisionnement

La qualité (finesse + élasticité)

La position des fibres sur l'animal

La race de l'animal

La laine peut provenir

Tonte des animaux vivants  
(30% de la toison est utilisable)

Toisons des animaux morts  
(délainage) arrachage ou voie  
chimique

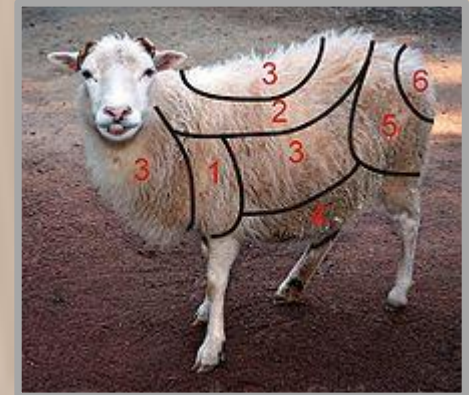
Des vieux tissus de laine

3 Catégories de laine

- Laine mérinos moutons originaire d'Espagne. Fibres douces, fines, élastiques et vrillées à mèches régulières.

- Laine croisée obtenue par croisement de races. Fibres longues, plus nerveuses et moins fines que la laine mérinos.

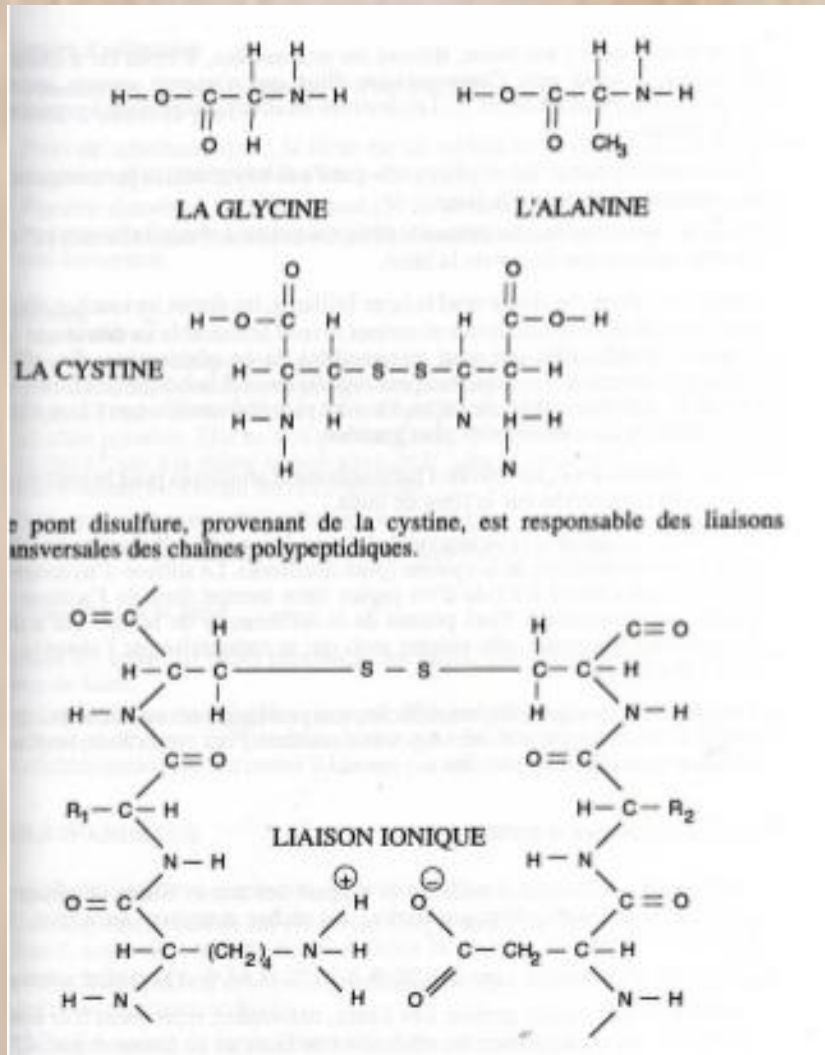
- Laine commune obtenue à partir de races autochtones. Fibres lisses, brillantes et assez longues.





# Composition des fibres

- La laine est composée de **kératine** on y trouve en tout 18 acides aminés (cystine, acide glutamique, alanine, glycine ...)



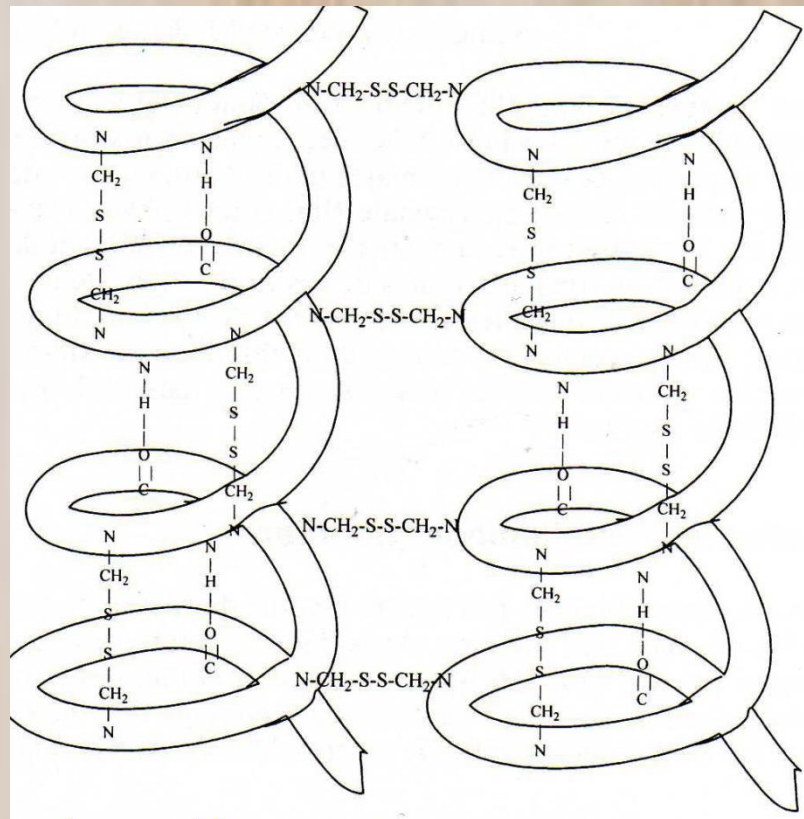
-Elle est par ailleurs enveloppée de 2 produits :

- **La cholestérine** : matière grasse produite par les glandes sébacées

- **Le suint** : produit composé de stéarine, d'oléine et surtout de potasse

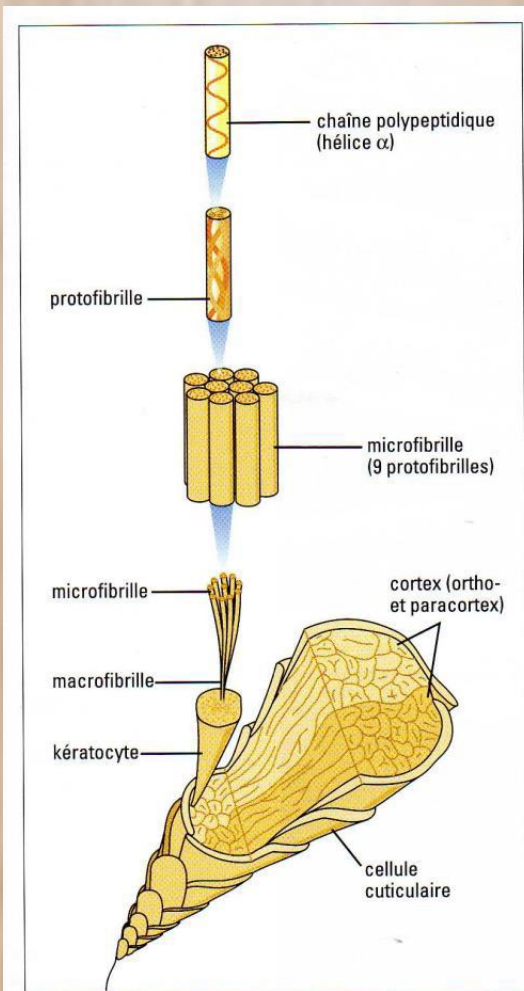
Ces matières sont éliminées par lavage pour préparer la laine.

Le polymère est constitué d'un motif composé de 7 acides aminés qui se répètent et prennent la forme d'une hélice alpha.  
Le motif occupe environ 2 tours d'hélice.

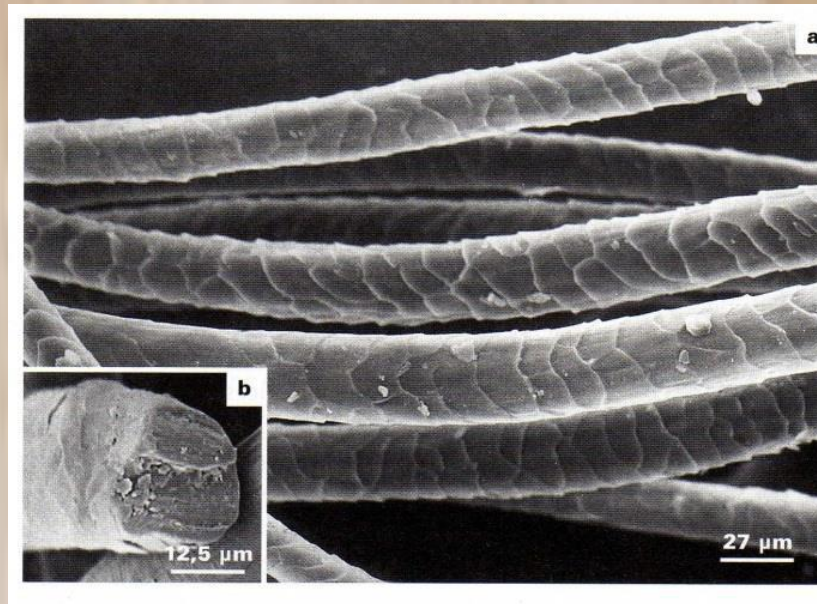


# Caractéristiques des fibres

Longueur varie entre 3 et 30 cm suivant la race des animaux.  
Le diamètre est de 15 à 40 micromètres.



106. Structure d'une fibre de laine (d'après D. Robert et B. Vian, 2004).



107. Des fibres de laine en microscopie à balayage (a). Chaque fibre est recouverte d'écaillles régulières et présente une section pleine (b).

- Fibre frisée (structure bilame)
- Couleur qui varie du blanc au noir en fonction de la quantité de mélanine qu'elles contiennent

# Propriétés chimiques

Oxydants légers et les acides à froid —————> Supporté par la laine

Les acides forts, les acides faibles, les réducteurs, les solvants, les enzymes et corps gras —————> N'abîment pas la laine

Les oxydants oxygénés —————> Décolorent la laine

les solutions basiques et la chaleur —————> Décomposition de la fibre

l'eau de javel —————> Dissout la fibre

chlore

—————> Rend la laine brillante, donne un toucher doux , renforce son affinité, l'empêche de feutrer en détruisant les écailles superficielles

(Faire attention au lavage pour éviter le feutrage)

# Propriétés physiques

Fibre antistatique → Retient pas la poussière

Bonne protection thermique → Air retenu entre les fibres

Classée dans les tissus non-feu. → Ininflammable

La laine à tendance à feutrer → Les fibres s'accrochent grâce à leurs écailles

Hydrophile → Elle peut ainsi absorber et laisser s'évaporer très lentement le liquide qu'elle absorbe

Très grande élasticité → Due à l'hélice de kératine

La fibre est capable de se défroisser → Simple action de l'humidité

Bonne affinité tinctoriale → Grâce à son grand pouvoir absorbant

Bonne aptitude à la filature



Dû aux écailles qui lui donne du crochet

Bonne aptitude aux mélanges

La laine est irritante pour la peau.

## Tests d'identification

- Brûle lentement en se boursouflant, grésille puis charbonne avec une odeur de corne brûlée. Cendres noires et brillantes
- Fibres présentent des écailles en surface.
- La laine est soluble dans une solution de soude caustique

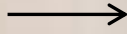
# Autres

Cachemire



- Poil de chèvre vivant dans la vallée du cachemire.
- Fibre fine douce et soyeuse très élastique.
- Fibre de luxe

Alpaga



- Sorte de lama.
- Fibre très fines.
- Article de luxe

Mohair



- Chèvre angora d'Asie Mineure.
- Fibre fine mais peu souple

Angora

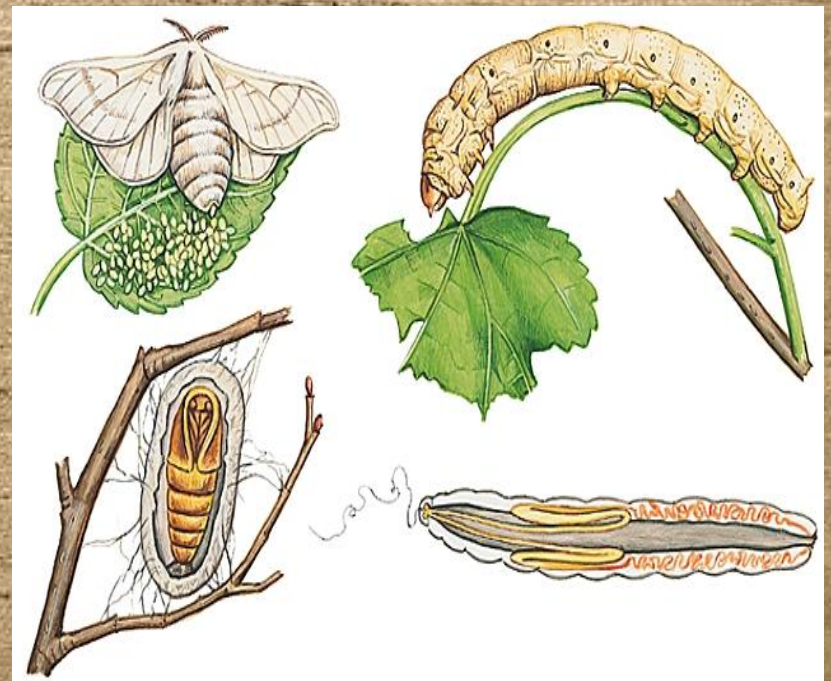


- Poils de lapins ou de chats angoras.
- Fibre très fine et très douce mais qui feutre facilement.
- S'utilise mélangée à de la laine

# La soie

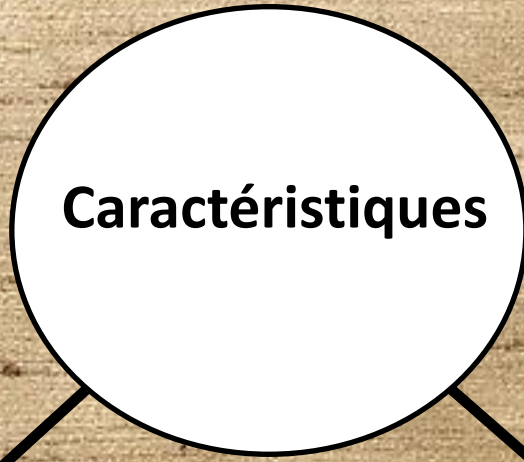
D'origine naturelle animale, la soie est utilisée depuis 3000 ans.

Elle est sécrétée par des chenilles de papillons, ex : bombyx du murier





# Caractéristiques des fibres de soie



**Caractéristiques**

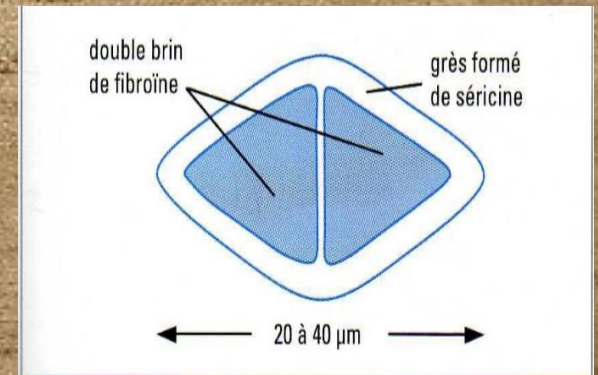
Fil continu 40 $\mu$ m de diamètre.

Longueur varie entre 700 et 1500m

Couleur pâle

formé de deux fils de section triangulaire soudés entre eux par une sorte de vernis (séricine ou grès)

- Brillant
- Soyeux
- doux

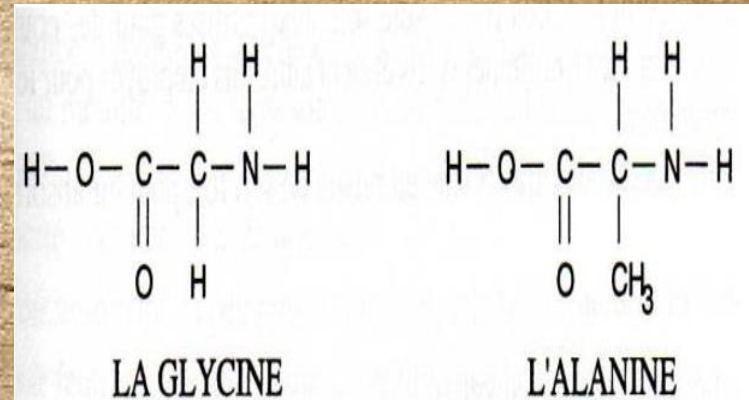


91. Fil de soie ou « bave » en coupe transversale.

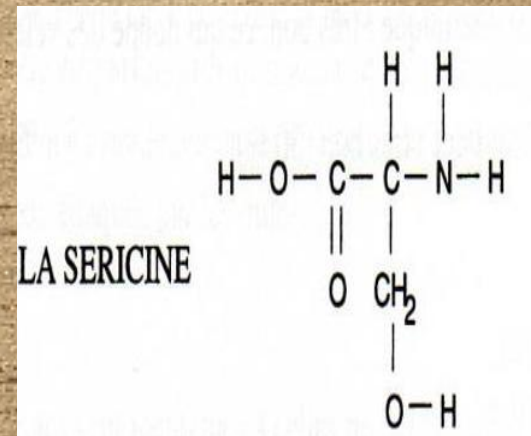
## Structure

D'origine protéinique la soie englobe deux protéines:

- **La fibroïne** ( environ 65% ):  
protéine fibreuse constituée à 75 %  
de deux acides aminés.



- **La séricine** ( environ 12 % ) :  
colle naturelle qui enveloppe  
le fil de soie lors de la sécrétion.  
C'est une protéine naturelle hydrosoluble.



Le reste de la soie est composé d'eau et de matières minérales.

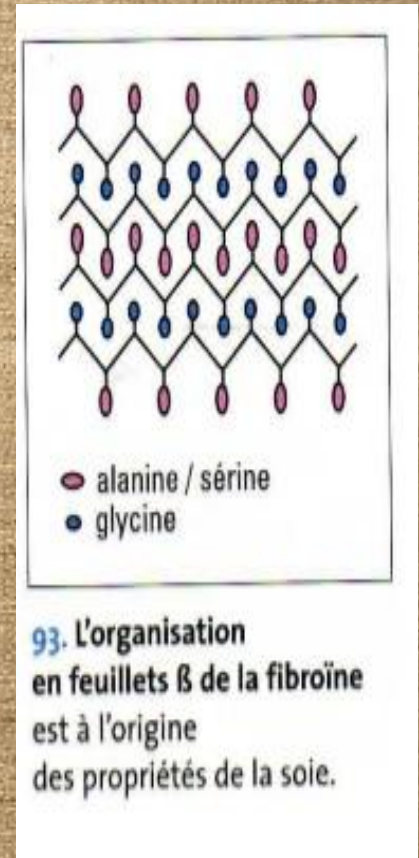
## La soie est constituée:

- de domaines cristallins qui sont formés par les feuillets  $\beta$  de la fibroïne, liés par des liaisons hydrogènes.

La structure de ces domaines est organisée, elle permet la solidité et la rigidité de la fibre.

- de zones amorphes constituées d'autres acides aminés tels que la tyrosine.

La structure de ces zones est désordonnée assurant la souplesse et la flexibilité de la fibre.



# Propriétés chimiques

Réactions faces aux agents chimiques (semblables à celles de la laine):

- La soie supporte oxydants légers et acides à froid (teintures)
- N'est pas abîmée par acides forts, acides faibles réducteurs, solvants, enzymes et corps gras
- Décoloration par oxydants oxygénés
- Ne supporte pas l'eau de javel, les solutions basiques et la chaleur

La soie est hydrophile grâce à sa nature protéinique donc bon pouvoir tinctorial et facile à teindre

## Propriétés physiques:

- Grande résistance mécanique comparable à celle d'un fil d'acier.
- Charge de rupture entre 30 à 55 cN/tex due aux liaisons covalentes entre acides aminés et cristallins
- A longtemps été utilisée pour fabriquer les toiles de parachutes
- Bonne élasticité car les forces de liaisons entre les feuillets  $\beta$  sont faibles et permettent un glissement entre les feuillets
- Bonne solidité
- Très bonne souplesse grâce aux domaines amorphes
- Infroissabilité grâce à la bonne élasticité
- Décreusage apporte souplesse et brillance: opération qui permet l'élimination de la séricine des fils et des tissus de soie par lessivage dans une solution d'eau savonneuse chaude
- Pouvoir adiathermique (impénétrable aux rayonnements thermiques) donne des vêtements très agréables à porter

## Tests d'identification :

- Brûle lentement en se boursouflant
- Odeur de corne brûlée
- Fibre de section ovale ou triangulaire Soluble dans la liqueur de Schweitzer
- Mélangé sulfonitrique dissout la soie