



## Activité documentaire

### Définition :

Teindre consiste à colorer des textiles au moyen de produits solubles dans l'eau. Les substances utilisées peuvent être d'origine végétale (feuilles, racines, écorces...), ou animale (murex, cochenille...)...

### Histoire :

De tous temps les humains ont teint des textiles - on a retrouvé des tissus teint à l'indigo, vieux de plus de 4 000 ans.

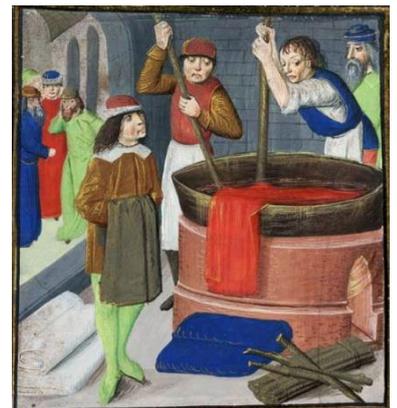
Très souvent ces teintures ont été réalisées à partir de matériaux communs et disponibles localement. Cependant on est allé parfois au bout du monde chercher de précieuses plantes tinctoriales, comme l'indigo, la garance, le brésil (qui a donné son nom au pays dont il est issu), etc...

Ces substances servaient à teindre les tissus mais aussi la peau et les cheveux, les cuirs, poils, plumes, bois... ils étaient aussi utilisés comme colorants alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques ou comme pigments pour la peinture.

Si la technique de la teinture n'a guère changé au cours des siècles, le développement de la chimie au 19<sup>e</sup> siècle permet de mieux comprendre les processus chimiques en jeu.

Simultanément, la compréhension de la chimie aboutit à l'apparition des colorants artificiels qui vont rapidement supplanter ceux d'origine naturelle, bouleversant ainsi le commerce mondial des couleurs. Commence alors un rapide déclin des teintures naturelles.

Aujourd'hui le marché de ces teintures naturelles connaît un renouveau. Les consommateurs occidentaux sont de plus en plus préoccupés par l'impact de la fabrication des colorants synthétiques sur la santé et l'environnement. Ainsi il existe une demande croissante pour des produits qui utilisent des colorants naturels.



Tissu de laine teinté - 1482

### Technique :

Depuis l'Antiquité les teinturiers ont empiriquement constitué et transmis les techniques de la chimie tinctoriale. Aujourd'hui encore, certains processus chimiques ne sont pas totalement explicités !

La teinture consiste à « accrocher » un colorant aux fibres textiles, d'origine végétale comme le coton ou animale comme la laine.

Si l'indigo ou les extraits de lichens se fixent directement sur la fibre, la majorité des colorants végétaux nécessitent une substance intermédiaire pour s'y fixer durablement ; cette substance est appelée **mordant**.

Pour cette opération de **mordançage**, les premiers teinturiers utilisaient le tanin des galls de chêne, le sel, l'alun naturel, le vinaigre, l'ammoniaque présente dans l'urine fermentée...

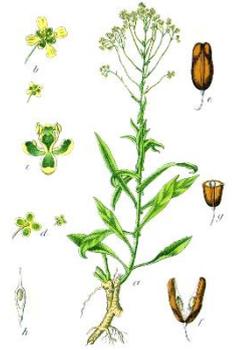
## Questions

1. A quelle couleur correspond l'indigo ?  
Trouver l'étymologie du mot. Interpréter.

2. La région de Toulouse, entre autres, prospéra aux 15<sup>e</sup> et 16<sup>e</sup> siècles grâce à la culture d'une plante contenant de l'indigo.

Les feuilles de cette plante, broyées et séchées, étaient alors vendues à tous les teinturiers d'Europe, avant que l'indigotier (*Indigofera tinctoria*), cultivé sous les tropiques, plus riche en indigo, ne la supplante et ruine sa culture.

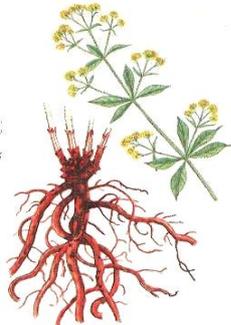
Quelle est cette plante (nom scientifique : *Isatis tinctoria*) ?



3. Quelle couleur produit le bois brésil ? Chercher l'étymologie du mot.

A noter : Une initiative internationale vise désormais à protéger le pernambouc (autre nom de l'arbre) qu'une utilisation abusive a gravement menacé de disparition.

4. Quelle couleur produit la racine de garance ?



Que teignait-on abondamment en France avec la garance jusqu'au début de la guerre de 14-18, pour rapidement y renoncer ? Expliquer.

5. La cochenille, ou kermès des teinturiers, est présente sur le chêne kermès et abondamment utilisée depuis l'Antiquité pour ses propriétés médicinales et sa couleur vive.

- Qu'est-ce que la cochenille ?

- Quelle est cette teinte vive ?

6. Durant l'Antiquité le murex a été abondamment exploité dans le bassin méditerranéen. Ils teignaient des étoffes destinées aux « puissants », en raison de son coût très élevé.

- Qu'est-ce que le murex ?

- Quelle teinte produisait-il ?

7. Les fibres végétales sont essentiellement constituées de cellulose, alors que les fibres animales sont constituées de protéines. Cela leur confère des affinités différentes avec les molécules tinctoriales, que nous étudierons plus tard.

- Citer une fibre végétale autre que le coton.

- Citer une fibre animale autre que la laine.

8. Les lichens offrent une belle palette de couleurs différentes. Ils sont l'association étonnante de 2 organismes différents. Lesquels ?

9. La galle du chêne est un mordant naturel très utilisé pour sa grande concentration en tanins. Mais, par sa couleur naturelle, elle permet aussi de fabriquer des encres en association avec des ions métalliques.

- Qu'est-ce que la galle du chêne ?

- Quelle est la couleur de l'encre obtenue ?

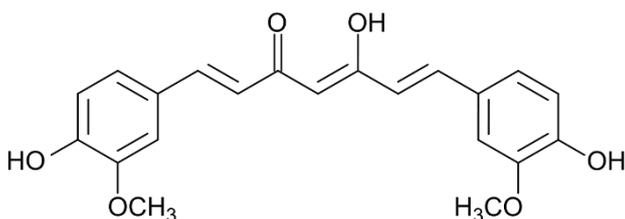


## LA CHIMIE DE LA TEINTURE

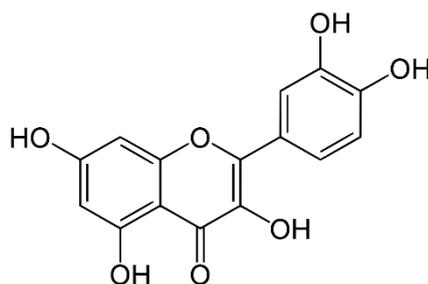
### Activité documentaire

Intéressons-nous à la teinture : teindre est l'action de fixer des colorants sur une fibre textile. En étudiant les structures moléculaires de plusieurs **colorants** et **fibres** naturels nous observerons leurs affinités, et comprendrons l'intervention souvent nécessaire de substances intermédiaires appelées **mordants**.

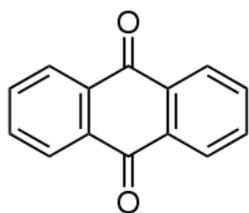
#### Document 1 : quelques molécules colorantes



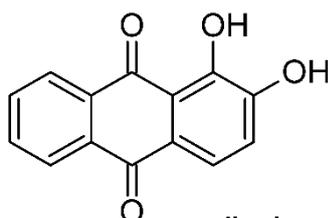
curcumine



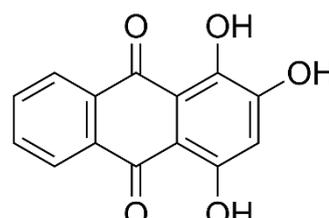
quercétine



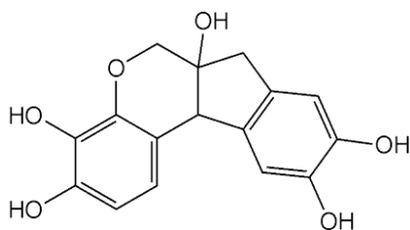
anthraquinone



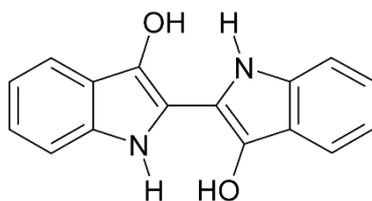
alizarine



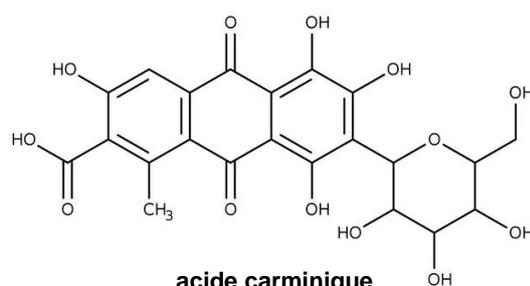
purpurine



hématoxyline



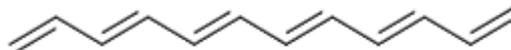
indigo



acide carminique

#### Document 2 : couleur des molécules et liaisons doubles conjuguées

- Des liaisons doubles conjuguées sont une alternance ininterrompue de simples et de doubles liaisons.



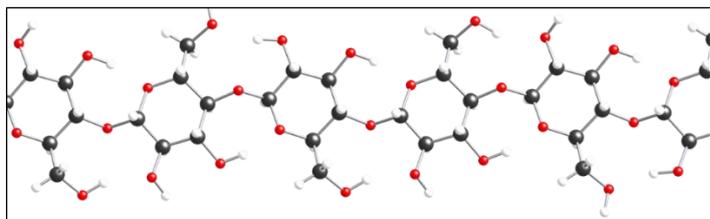
- Une molécule est colorée si elle absorbe une partie de la lumière visible qu'elle reçoit. L'absorption de la lumière, qui donne la couleur de la molécule est liée au nombre de liaisons doubles conjuguées présentes.
  - Ainsi, pour être colorée, une molécule doit avoir plus de 6 liaisons doubles conjuguées.
  - Des groupes tels que  $-OH$ ,  $=O$ ,  $-N-H$ , ... peuvent modifier la couleur initiale.

### Document 3 : quelques fibres textiles

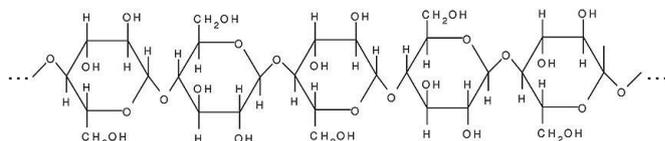
#### Fibres textiles végétales

Exemple : coton, lin,...

Elles sont à 95 % constituées de **cellulose**, long enchaînement de molécules de **glucose** :



Modèle moléculaire

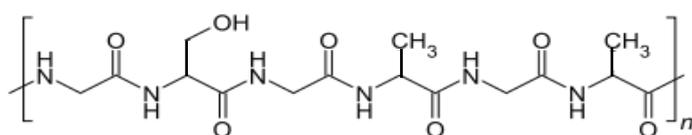


Formule semi-développée

#### Fibres textiles animales

Ce sont de longues molécules de protéines.

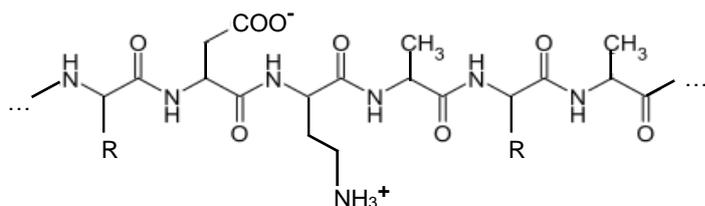
→ Soie



Formule semi-développée

(très long enchaînement de  $n$  fois le motif entre crochets)

→ Laine



Formule semi-développée

la protéine est très complexe : de nombreux groupes « R » différents, comme  $\text{COO}^-$  ou  $\text{NH}_3^+$ , s'enchaînent.

A noter :

$\text{COO}^-$  ou  $\text{NH}_3^+$  ont un caractère acido-basique qui fait que la laine, selon l'acidité du milieu réagit différemment à la teinture.

### Document 4 : les mordants

« L'art de teindre consiste à imprégner, aussi profondément que possible, [la cellulose], la soie, la laine [...], de matières colorantes qui y restent fixées mécaniquement ou par affinité chimique, ou enfin à la fois par affinité et mécaniquement. » Chevreuil, directeur en 1851 de la Manufacture nationale des Gobelins

- Parfois la matière colorante se fixe directement sur la fibre en réalisant :

→ des **interactions chimiques** : liaisons covalentes

→ des **interactions physiques** : attractions électriques entre

- des ions . Exemple :  $-\text{COO}^-$ ,  $-\text{NH}_3^+$ , présents dans la fibre de laine **selon le pH**. Ainsi la laine possède naturellement plus d'affinités avec certains colorants.
- des zones polarisées. Exemples :
  - .  $-\text{O}-\text{H}$  dont O est légèrement chargé négativement et H légèrement positif.
  - .  $-\text{C}=\text{O}$  dont O est légèrement négatif et C légèrement positif.
  - .  $-\text{N}-\text{H}$  dont N est légèrement négatif et H légèrement positif.

- Mais très souvent ces interactions sont trop faibles et le **mordant** est nécessaire.

Il va servir de **pont chimique entre le colorant et la fibre textile** en multipliant les interactions.

Les mordants sont souvent des aluns comme **l'alun d'aluminium**. L'ion métallique, ici l'ion aluminium, va attirer à la fois la fibre et le colorant.

D'autres ions métalliques sont aussi utilisés :  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ .

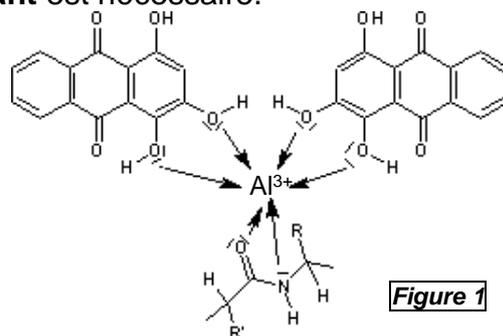


Figure 1

On sait notamment que les Gaulois teignaient la laine en vert avec les baies pas encore mures de cassis, de genièvre et de troène, après mordantage à l'alun ou au cuivre.

D'après F. Minc – conférence sur les teintures.

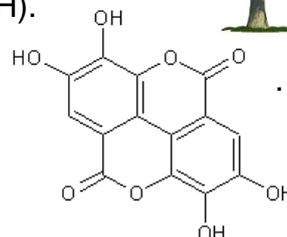
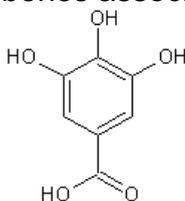
## Document 5 : les tanins

Les tanins sont présents en abondance dans certains arbres : chêne (notamment dans les galles), châtaignier, acacia à cachou (Sud-est asiatique), etc.

Le mot « tanin » vient probablement du nom gaulois qui désignait le chêne, *tann*\*.

Ce sont des polyphénols (cycles à 6 carbones associés à des groupes -OH).

Ce sont principalement l'acide gallique et l'acide ellagique



Par leurs multiples fonctions phénol (OH accrochés au cycle), ils proposent autant de « dents » pour accrocher la cellulose ou les protéines d'une part et certains colorants d'autre part.

On peut même s'en servir pour colorer directement en jaune, roux ou brun.

*D'après Gérard GOMEZ et J. Baron – académie de Montpellier.*

\*qui donne le mot tannage ; les tanins étaient en effet utilisés pour traiter les cuirs en les rendant imputrescibles.

## Questions

### Les colorants

10. Indiquer sur le document 1 le nombre de liaisons doubles conjuguées présentes dans chaque molécule colorante.

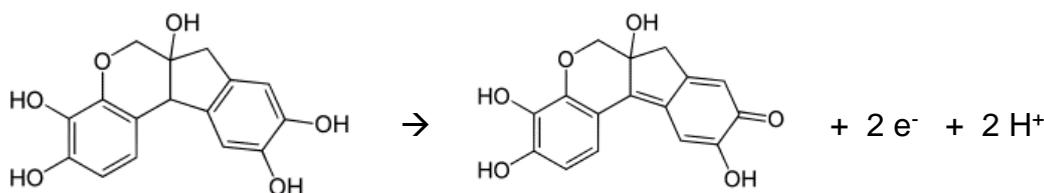
Deux molécules présentant le même nombre de liaisons doubles conjuguées peuvent avoir des teintes différentes. Expliquer comment.

11. Les molécules colorantes du document 1 possèdent, en plus des liaisons doubles conjuguées, des structures communes que vous nommerez à l'aide des documents.

12. Une des colorants est cependant... incolore ! Quel est son nom ?

a. Justifier son absence de couleur.

b. Une réaction d'oxydation (perte d'électrons) permet de passer de l'hématoxyline à une molécule colorée, l'hématéine ci-dessous :



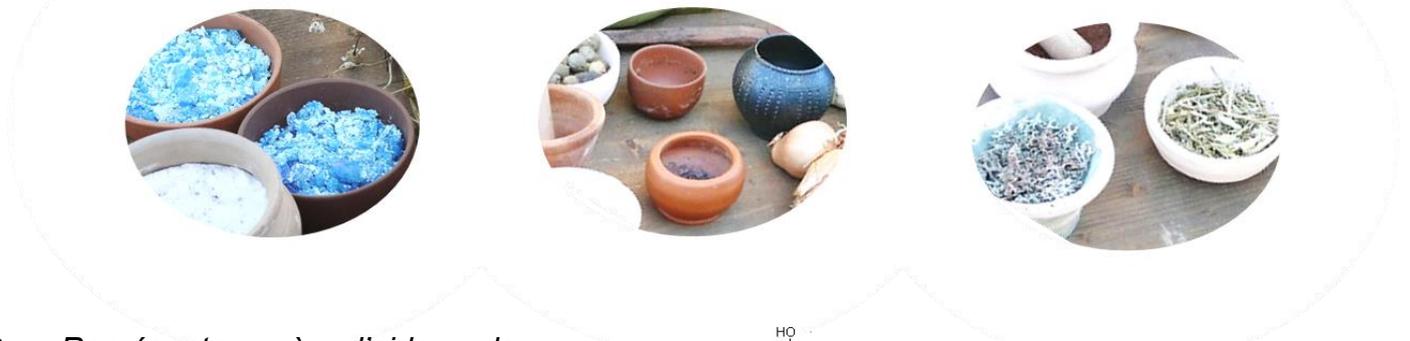
- Justifier que l'hématéine est colorée.

(remarque : la couleur s'intensifie encore par association avec des ions fer ou aluminium !)

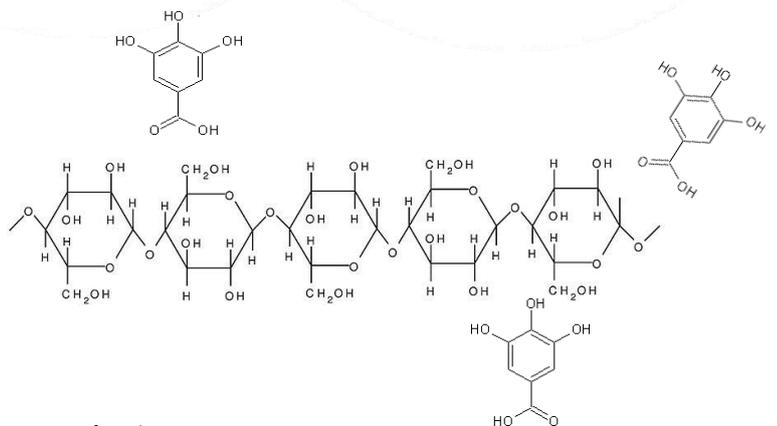
- Entourer, dans la molécule initiale, les 2 endroits d'où sont partis les ions  $H^+$ .

## Les fibres textiles et les mordants

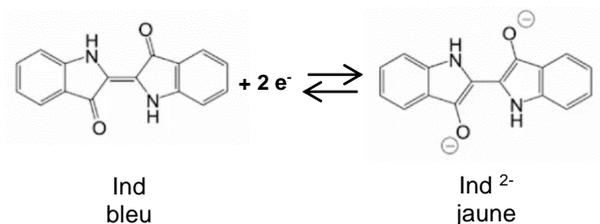
13. Quand fût créée la manufacture des Gobelins ?  
Quel monarque décida de sa création ? Pourquoi ?
14. Rappeler ce qu'est une liaison de valence.
15. Que possède la protéine de la laine qui lui donne un avantage face à certains colorants par rapport à celle de la soie ? Préciser cet avantage.
16. Sur la **figure 1**
- Entourer en rouge la molécule colorante utilisée et la nommer. Quelle est sans doute sa couleur ?
  - Entourer en vert la fibre. Est-ce une fibre végétale ou animale ? Justifier.
  - Que représentent les petits tirets autour des atomes d'oxygène ou d'azote sur le schéma ?  
Comment se nomme cette représentation des molécules ?
  - Pourquoi  $Al^{3+}$  de l'alun attire-t-il à la fois les molécules de la fibre et du colorant ?
17. Sur les photos ci-dessous ont été rassemblées certaines substances utilisées par les traditions pour leurs teintures : galle du chêne, lichen, pelure d'oignons, feuilles séchées d'artichauts, sels d'aluminium (alun) ou de cuivre. Légendez les photos ci-contre (photos de Claude Balmefrezol).



18. Représenter à l'aide de pointillés les attractions électriques possibles entre les quelques molécules d'acide gallique (tanin) représentées et la cellulose (ces attractions sont appelées liaisons hydrogène).



19. La teinture à l'indigo ne nécessite pas de mordant. Néanmoins elle présente une particularité : sous sa forme bleue (forme oxydée, notée Ind) l'indigo est très peu soluble dans l'eau ; on a alors un solide qui pénètre mal dans la fibre. Sous sa forme jaune (forme réduite, notée  $Ind^{2-}$ ) il est très soluble. On peut facilement passer d'une forme à l'autre. En déduire un protocole pour teindre efficacement une fibre textile à l'indigo.





## RÉALISATION DE TEINTURES

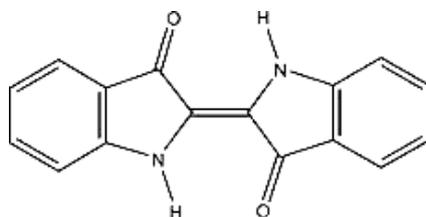
Si la cuisine des couleurs a un aspect ludique, elle doit néanmoins obéir à des protocoles que nous avons tenté d'expliquer dans les fiches précédentes : utilisation de mordants, influence de l'acidité du milieu, réactions d'oxydation, etc...

Nous allons réaliser quelques teintures, en utilisant, pour certaines, des ressources locales.

### Teinture à l'indigo

L'indigo est un pigment bleu foncé, extrait des feuilles et des tiges de différentes espèces de plantes. C'est l'un des pigments les plus anciens à être utilisé dans la teinture de vêtements.

Nous allons ici utiliser un **pigment de synthèse**, identique à celui qu'on extrait de la plante.



### PROTOCOLE EXPERIMENTAL

- Dans un erlenmeyer, dissoudre 0,7 g de dithionite de sodium dans 40 ml d'eau chaude.
- Ajouter 10 ml de solution de soude à 2 mol.l<sup>-1</sup>.
- Ajouter **0,1 g d'indigo** et boucher l'erlenmeyer.
- Agiter sur agitateur magnétique la solution jusqu'à dissolution de l'indigo.
- Si la dissolution ne s'effectue pas en totalité, rajouter un peu de dithionite de sodium.
- Immerger alors les différents échantillons de tissu blanc à l'aide d'un agitateur en verre. Remuer.
- Au bout de 30 secondes, retirer les échantillons de tissu à l'aide de la pince, le passer sous l'eau du robinet et le sécher entre deux feuilles de papier absorbant. L'oxydation de l'indigo se poursuit à l'air.

1. Lire le protocole ci-dessus en observant les pictogrammes visibles sur les flacons, déterminer les précautions à prendre pour réaliser les teintures.
2. Le dithionite de sodium, en présence de soude, permet de dissoudre l'indigo. Quel est l'intérêt d'avoir l'indigo en solution ? (*voir fiche 13 si besoin*)
3. Au contact de l'air se produit une oxydation, transformant l'indigo. Décrire les observations.  
*Remarque : l'indigo ainsi transformé devient un pigment, c'est-à-dire une substance insoluble dans l'eau.*



Indigoteries et esclavage – 17<sup>e</sup> siècle.

## Teintures naturelles

Le mordantage est, à part quelques exceptions, une étape préalable nécessaire pour obtenir de belles couleurs. Nous allons réaliser 3 teintures de tissus de coton à partir des végétaux ci-dessous.

### Mordantage :

- 30 % de la masse de tissu d'alun + 10 % de **bitartrate de potassium**
- 4 l d'eau pour 100 g de tissu
- 1 h à petit feu (pas de bouillon)
- Rincer et procéder à la teinture (si on a fait sécher le tissu, le remouiller)

### Teinture :

- Peser le tissu et la même masse de plante. Prévoir 40 fois le volume d'eau (ex 20 g de tissu, 20 g de plante, 800 g d'eau)
- Broyer finement les feuilles, fleurs ou racines sèches choisies pour la teinture
- Mettre les plantes broyées à chauffer dans l'eau
- Ajouter délicatement les tissus, un par un, en les étalant bien. Remuer régulièrement pendant une heure, sans faire bouillir
- Laisser refroidir le tissu dans le bain (éventuellement jusqu'au lendemain)
- Rincer dans plusieurs eaux. Du vinaigre ou du gros sel peuvent être ajoutés dans le dernier bain de rinçage
- Faire sécher

	<i>racines de garance</i>	<i>racines de rumex</i>	<i>pelures d'oignons</i>
--	---------------------------	-------------------------	--------------------------

<b>Mordantage</b>	
Masse de tissus	
Masse de mordant (alun + bitartrate de p.)	
Volume d'eau	

<b>Teinture</b>	
Masse de plante	
Volume d'eau	

<b>Couleur</b>			
Avec post bain au sulfate de fer			
Avec post bain basique			
Avec macération basique des racines			