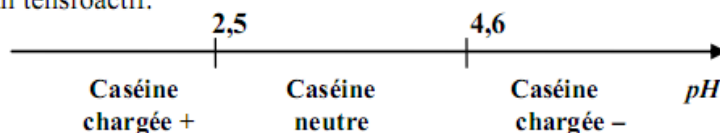


**A EXPERIENCE : Fabriquer une colle avec du lait et du vinaigre**

**Document 1 la caséine du lait**

Le lait est un mélange complexe et instable d'eau (87%) et de nutriments constitués par des lipides, des protéines, des glucides et du sel. Les protéines les plus courantes dans le lait sont les caséines. Ce sont des macromolécules composées d'une longue chaîne carbonée et azotée qui est lipophile et d'un bout de chaîne hydrophile (ou lipophobe). On dit que cette molécule est amphiphile ou que c'est un tensioactif.

Comme l'indique le diagramme ci-contre, la charge de la caséine varie selon le pH du milieu.



Dans le lait bien conservé, le pH est égal à 6,5 : les matières grasses s'entourent de molécules de caséine, dont la partie lipophile baigne dans la matière grasse et la partie hydrophile baigne dans l'eau. Il se forme ainsi des micelles, constituées de gouttelettes de matière grasse entourées de molécules de caséine. Le lait forme ainsi une émulsion.

La couche externe des micelles étant négative, ces dernières se repoussent entre elles, ce qui empêche la précipitation des matières grasses. En faisant varier le pH du lait, on peut donc diminuer la répulsion électrostatique entre micelles, et on peut ainsi provoquer leur précipitation sous forme d'un coagulum de matière grasse et de caséine : le caillé.

Déarrassé des matières grasses qu'il contient, le caillé est l'ingrédient principal d'une colle : la colle à la caséine.

**Document 2 : quelques caractéristiques utiles**

Nom	Données physico-chimiques
Acide éthanóique	Soluble dans l'eau, l'éthanol, l'acétone.
Acétone	Très soluble dans l'eau, bon solvant de matières grasses.
Caséine de lait	Insoluble en solution aqueuse acide et dans l'acétone, soluble en solution aqueuse basique.

Eau	89,2 g
Lactose	4,7 g
Protéines	3,2 g
Lipides	1,6 g
Calcium	0,1 g
Phosphore	0,1 g
Autre	1,1 g
Composition de 100 g de lait.	

**1- Extraction de la caséine du lait**

- Mesurer le pH du lait avant la manipulation :  $pH_0 = \dots\dots\dots$
- Chauffer 100 mL de lait à 40°C dans un bécher 250 mL.
- Quand la température atteint 40°C, couper le chauffage, puis introduire très doucement à la pipette graduée, et en agitant avec une baguette en verre, 20 mL d'acide éthanóique à « 10 % en volume ».
- Le lait se met à cailler et le pH doit être voisin de 4,5. Si ce n'est pas le cas, rajouter quelques gouttes de vinaigre. La solution d'acide éthanóique à 10% est une solution de vinaigre blanc.
- Mesurer le nouveau pH une fois le lait caillé :  $pH_1 = \dots\dots\dots$
- Filtrer le lait caillé sur Büchner .
- Laver à l'aide d'environ 10 mL d'eau distillée bien froide et quelques gouttes d'acétone, et filtrer à nouveau si nécessaire. Sécher avec du papier essuie-tout, puis placer à l'étuve 20 min (à 100°C).
- Peser la masse de la pâte à la caséine ainsi obtenue :  $m_{caséine} = \dots\dots\dots$

**2- Préparation de la colle**

- Dans un pot en verre, prélever 50 g de pâte à la caséine. Y ajouter 15 g d'hydroxyde de calcium  $Ca(OH)_2(s)$  et 7 g de carbonate de sodium  $Na_2CO_3(s)$ .
- Agiter quelques mL d'eau distillée, si nécessaire, jusqu'à obtention d'une pâte homogène.
- Répartir cette mixture, à l'aide de la spatule, au niveau de la partie centrale d'un morceau de carton, de papier ou de plastique.
- Placer par-dessus l'autre morceau de carton puis appuyer en effectuant des pressions du centre vers les bords. Si la mixture déborde, laver tout de suite la paillasse à l'aide d'une éponge que vous rincerez .

## B – les COLLES

### Document 3 : comment une colle colle.

#### Colles et adhésifs

Une colle, ou un adhésif, est une substance liquide ou gélatineuse servant à lier des matériaux entre eux. Cette substance, généralement un polymère, peut être d'origine naturelle (latex, os, ...) ou synthétique (vinylique, époxy, cyanoacrylate).

Les colles sont réparties en deux catégories : celles à prise physique et celles à prise chimique.

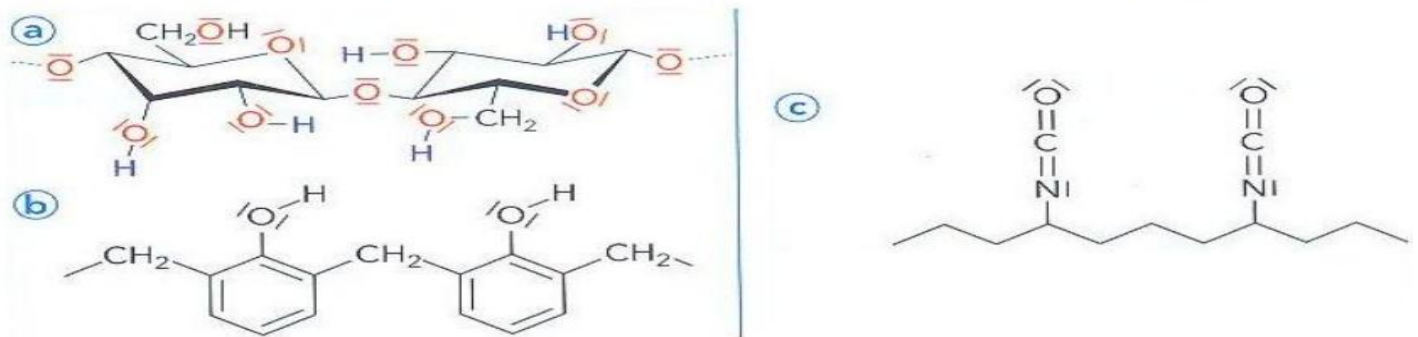
Les colles à prise physique sont constituées d'un polymère dissous ou en suspension dans un solvant susceptible de s'évaporer ou d'un polymère sous-fondu (colle thermofusible ou *hotmelt*) qui va durcir après application ; aucune réaction chimique ne se produit alors.

Les colles à prise chimique sont des colles dans lesquelles le polymère se forme ou se termine au moment de l'utilisation. Un catalyseur, le dioxygène ou l'eau de l'atmosphère, un rayonnement UV provoquent la réaction. L'adhésion des colles aux matériaux peut faire intervenir des liaisons covalentes, des liaisons ioniques, des liaisons hydrogène et des interactions de Van Der Waals.

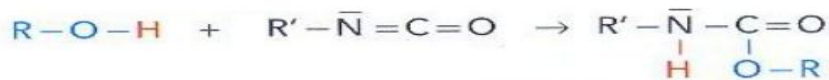
#### Collages de matériaux cellulosiques

La cellulose, polymère naturel, est le constituant essentiel du bois, du papier, du carton et de très nombreux textiles. Ces matériaux sont souvent assemblés par collage à l'aide de colles phénoliques ou de colles isocyanates.

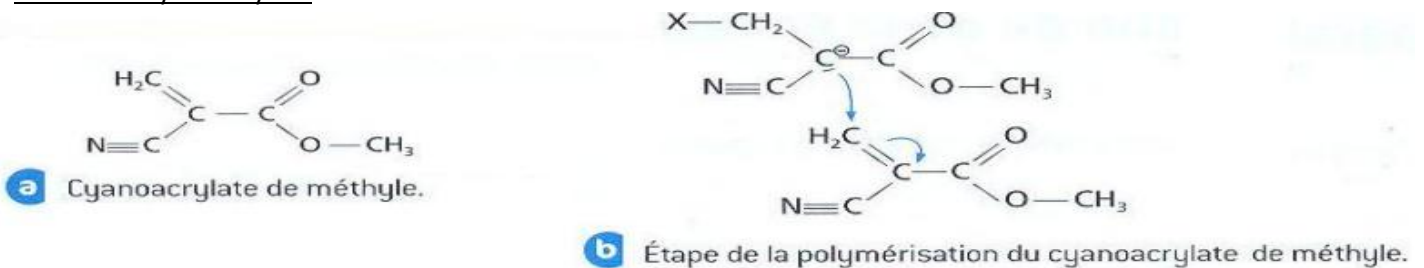
*Motifs de la cellulose (a), d'un adhésif phénolique (b) et d'un adhésif isocyanate (c)*



#### Obtention d'un uréthane



#### - La colle au cyanoacrylate

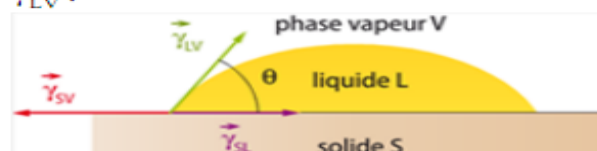


#### Comment prévoir l'adhésion d'une colle

Les colles liquides, ou susceptibles de le devenir par chauffage forment une goutte au contact de la surface plane et lisse d'un solide à coller. Plus la goutte s'étale naturellement sur le solide, meilleur est le mouillage et plus l'adhésion sera efficace.

La goutte prend la forme qui minimise l'énergie du système {solide-liquide-vapeur}. Comme le montre la figure ci-contre, l'angle de contact  $\theta$  rend compte de l'équilibre obtenu : les vecteurs  $\overline{\gamma_{SL}}$ ,  $\overline{\gamma_{SV}}$  et  $\overline{\gamma_{LV}}$  sont les forces par unité de longueur de la ligne de contact à l'interface :

- solide-liquide pour  $\overline{\gamma_{SL}}$  ;
- solide-vapeur pour  $\overline{\gamma_{SV}}$  ;
- liquide-vapeur pour  $\overline{\gamma_{LV}}$  .



## C- Questions

### 1- Sur l'expérience

- Expliquer les termes « hydrophile » et « lipophile » utilisés dans le document 6. Quel autre adjectif pourrait aussi qualifier la longue chaîne carbonée et azotée ?
- Quel rôle joue la caséine dans la stabilité du lait ?
- Quelle est la charge portée par les molécules de caséine dans le lait ? Même question une fois l'addition d'acide éthanoïque réalisée.
- Pourquoi le lait caille-t-il ?
- Justifier l'utilisation d'acide éthanoïque.
- Quel est l'intérêt de chauffer le lait ?
- Quelle est la composition du caillé après l'ajout d'acide ?
- Justifier l'ajout d'acétone.
- Les protéines de lait sont constituées à 80 % de caséine. Le lait a une densité égale à 1,034. Déterminer la masse de caséine contenue dans les 100 mL de lait du départ. La comparer avec la masse extraite et conclure (que contient la pâte extraite ?).
- Expliquer pourquoi un mélange de fromage et de chaux (constituée d'hydroxyde de calcium) était utilisé au moyen-âge comme colle à bois ainsi que comme ciment.

### 2- Sur les colles

- A l'aide des documents 1 à 3, justifier que les deux collages utilisés pour coller des cartons illustrent les deux catégories de colles : à prise physique et à prise chimique.
- L'adhésion moléculaire est une technique de fixation de deux surfaces parfaitement lisses qui, lorsqu'elles sont mises en contact, permettent aux atomes de leur surface de former des liaisons covalentes.
- En supposant que deux substances parfaitement en contact établissent des liaisons chimiques entre leurs atomes de surface, proposer un modèle qui réponde à la question « Comment la colle agit-elle ? ». Répondre à la question en utilisant la figure ci-contre, représentant deux surfaces rugueuses qu'il faut assembler (représentation exagérément grossie).
- La colle cyanoacrylate est constituée d'une espèce chimique appelée cyanoacrylate de méthyle qui peut réagir sur elle-même pour former un polymère. Identifier deux groupes caractéristiques sur le monomère .
- Donner la formule du produit obtenu à l'issue de l'étape de polymérisation du document 4. Indiquer en l'entourant quel carbone est asymétrique (carbone possédant 4 substituants différents).
- Pour obtenir un bon collage,  $\gamma$  doit-il plutôt valoir  $15^\circ$  ou plutôt  $85^\circ$  ?
- Qu'est-ce qu'un mouillage parfait ? Que vaut alors  $\theta$  ?
- La relation de Young-Dupré traduit l'équilibre de la goutte en posant que la somme des abscisses des trois vecteurs vaut zéro. Montrer qu'on a alors :  $\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cdot \cos(\theta)$ .
- L'adhésion d'une résine époxy ( $\gamma_{LV} = 44,0 \text{ mJ.m}^{-2}$ ) est-elle plus satisfaisante sur une surface en polyéthylène ( $\gamma_{SV} = 31,0 \text{ mJ.m}^{-2}$  ;  $\gamma_{SL} = 41,0 \text{ mJ.m}^{-2}$ ) ou sur une surface en aluminium ( $\gamma_{SV} = 500 \text{ mJ.m}^{-2}$  ;  $\gamma_{SL} = 456 \text{ mJ.m}^{-2}$ ) ?

