Capacités exigibles :

- *Réaliser la synthèse d'un polymère synthétique ou d'un polymère à partir de substances naturelles*
- *Reconnaître les pictogrammes, les classes de danger et les conseils de prudence et de prévention*
- *Adapter son attitude aux pictogrammes et aux étiquettes des espèces chimiques*

1 Réalisation d'une colle à base de lait

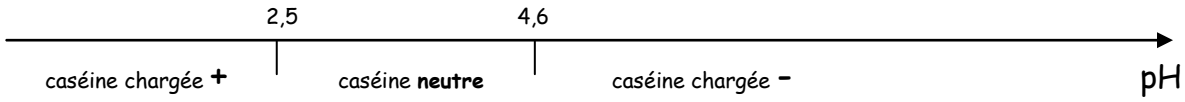
tous les binômes

On cherche à élaborer et tester une colle à base de lait.

Document 1 Le lait et la caséine

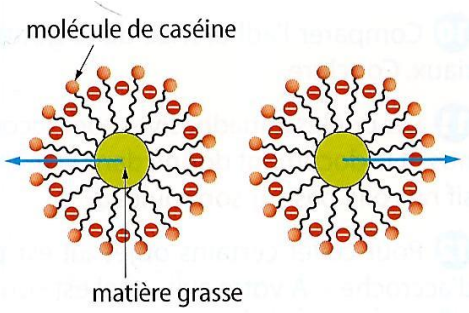
Le lait est un mélange complexe d'eau (87%) et de matières sèches (matière grasse, lactose, différentes protéines dont la plus abondante qui est la caséine, un polymère complexe).

Les molécules de caséine sont des macromolécules composées d'une longue chaîne carbonée et azotée dite lipophile (ou hydrophobe) et d'un bout de chaîne dit hydrophile. La caséine est ce qu'on appelle un tensioactif.
La charge électrique de la caséine varie avec le pH (figure ci-dessous).



Dans le lait bien conservé, le pH est égal à 6,5 : les matières grasses s'entourent de molécules de caséine. La partie lipophile baigne dans la matière grasse et la partie hydrophile baigne dans l'eau. Il se forme des objets chimiques appelés micelles ; on dit que le lait est une émulsion.

La couche externe des micelles étant négative, ces dernières se repoussent entre elles (voir figure ci-contre), ce qui empêche la précipitation des matières grasses. En faisant varier le pH du lait, on peut ainsi diminuer la répulsion électrique des micelles et les faire précipiter sous forme d'un coagulum de matière grasse et de caséine : le caillé. En se débarrassant des matières grasses contenues dans le caillé, on récupère la caséine, ingrédient indispensable pour réaliser la colle à base de lait.



Document 2 Comment la colle... colle ?

Une colle, ou un adhésif, est une substance liquide gélatineuse servant à lier entre eux des matériaux. L'utilisation de colle est très ancienne puisque des archéologues ont retrouvés des pots en argile datés de 4000 av. JC réparés par une colle à base de sève d'arbre. Depuis, les hommes ont perfectionné les adhésifs en utilisant des bases naturelles de goudron, de cire, de blancs d'œufs, de peaux, d'os, de lait, d'amidon... Aujourd'hui de nombreuses colles sont à base de polymères synthétiques (époxydiques, vinyliques, cyanocrylate...) et sont spécifiques d'un matériau (bois, métal, verre...) et d'un usage particulier (décoration, collage industriel...). Encore pendant la 1ère guerre mondiale, les collages des matériaux dans les avions allemands étaient réalisés avec de la colle à la caséine.

Les colles peuvent être réparties en deux grandes catégories : **colles à prise physique** ou **colles à prise chimique**. Dans le cas d'adhésion physique, l'ancrage entre colle et matériau fait intervenir des liaisons électrostatiques (ioniques, hydrogène, van der Waals) alors que dans le cas chimique, l'ancrage fait intervenir des liaisons covalentes (essentiellement) puisque une réaction chimique de polymérisation a lieu entre la colle et le matériau.
Dans tous les cas, l'adhésif doit pouvoir s'étaler sur le matériau, occuper la plus grande surface pour obtenir la meilleure adhérence possible.

✍ **1.** Rechercher la signification des termes *lipophile*, *hydrophile* et *tensioactif*.
✍ **2.** Quel est le nom du polymère que l'on récupère dans le lait pour fabriquer la colle ?
✍ **3.** Expliquer en quoi le changement de pH influe sur la répulsion entre les micelles de caséine. Que faut-il rajouter au lait pour diminuer la répulsion et faire cailler le lait ?
✍ **4.** Quelle est la différence entre une colle à prise *physique* ou colle à prise *chimique* ?

☞ Réaliser la colle grâce au protocole fourni. Tester votre colle en assemblant différents supports entre eux (planches en bois, papier, cartons, plastiques...). Attention à respecter un protocole rigoureux (quantité et surface de colle, temps de séchage...)

Document 3 Protocole de réalisation d'une colle à base de caséine

A voir aussi dans « On n'est pas des cobayes »

<u>**Extraction de la caséine**</u>

☞ Dans un bécher de 100 mL, introduire 50 mL de lait environ et le chauffer en agitant légèrement (sur plaque chauffante). Arrêter le chauffage quand la température atteint environ 50 °C. Continuer l'agitation sans chauffer.
☞ Mesurer le pH du lait à l'aide d'un pHmètre (préalablement étalonné).
☞ Ajouter goutte à goutte du vinaigre jusqu'à obtenir un pH d'environ 4,5.
☞ Récupérer le caillé grâce à une filtration sur Büchner et récupérer la caséine dans le papier filtre.

http://bit.ly/2eSQhK

<u>**Préparation de la colle**</u>

☞ Dans un petit bécher, introduire **environ** 5 g de caséine humide. Ajouter **environ** 1 g de chaux éteinte $Ca(OH)_{2(s)}$.
☞ Mélanger jusqu'à obtenir une pâte homogène (rajouter **un tout petit peu** d'eau distillée si besoin).

2 Synthèse du nylon

1 binôme sur 2

On cherche maintenant à fabriquer la fibre synthétique appelée nylon.

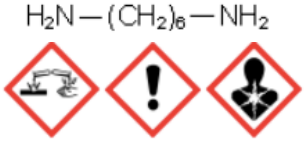
Document 4 Histoire du nylon

C'est en 1938 que le vice-président de la compagnie DuPont annonce la fabrication d'un nouveau matériau : le nylon. Le premier produit commercialisé était la brosse à dents. Pendant la seconde guerre mondiale, la majorité de la production de nylon a été utilisée pour la fabrication de parachutes et de cordes.

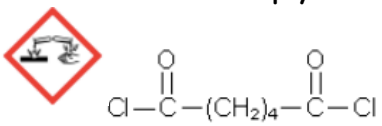
Document 5 Fabrication du nylon

La fabrication industrielle du Nylon est réalisée à partir de deux molécules : un dichlorure d'acide et une diamine. La réunion de ces deux monomères au cours de la transformation chimique va constituer le motif du polymère.

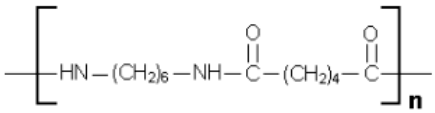
1,6-diaminohexane



dichlorure d'adipoyle



polymère



Le nylon obtenu est aussi appelé nylon 6,6 car la diamine et le dichlorure d'acide possèdent chacun 6 atomes de carbone.

✍ **5.** Entourer et nommer les groupes fonctionnels présents dans le diamine.
✍ **6.** Entourer et nommer le groupe fonctionnel présent dans le motif du polymère.
✍ **7.** A l'aide du document 5, donner les précautions à prendre pour réaliser la synthèse du nylon.

☞ Réaliser la fibre synthétique à l'aide du protocole fourni.

Document 7 Liste du matériel pour la fabrication du nylon

- 1 ampoule contenant 10 mL d'une solution de dichlorure d'adipoyle (**phase organique de densité d = 0,8**)
- 1 ampoule contenant 10 mL d'une solution de 1,6-diaminohexane (**phase aqueuse de densité d = 1,0**)

- 1 bécher de 100 mL
- 2 béchers de 50 mL
- tige en verre (agitateur)
- fil de fer
- papier absorbant
- liquide vaisselle
- pissette d'eau distillée
- gants, lunettes de protection et blouse

Document 8 Protocole expérimental

Etape 1 : casser l'ampoule de solution aqueuse et la verser dans un 1er bécher de 50 mL. Ajouter une goutte de colorant alimentaire et mélanger.
Etape 2 : casser l'ampoule de solution organique et la verser dans un 2ème bécher de 50 mL.
Etape 3 : Verser la phase organique dans le bécher 1 en la faisant couler lentement le long de la paroi du même bécher pour éviter que les deux solutions se mélangent.
Etape 4 : attraper le film se formant à l'interface à l'aide d'un fil de fer et le tirer délicatement de façon à former un fil fin (fig. 1)
Etape 5 : enrouler le fil autour d'une tige en verre puis bobiner le fil autour de la baguette (fig. 2).
Etape 6 : nettoyer le fil de nylon formé en le plongeant dans un bécher rempli d'eau savonneuse.
Etape 7 : sécher ensuite sur une feuille de papier absorbant.

fig.1

fig.2

✍ **8.** Faire un schéma légendé du bécher contenant la phase aqueuse et la phase organique.
✍ **9.** Sachant que la réaction de polymérisation libère des molécules de chlorure d'hydrogène (HCl), donner l'équation chimique de la réaction de polymérisation.
✍ **10.** Justifier qu'on qualifie aussi le nylon de polyamide.

Document 9 Degré de polymérisation

Les chaînes constituant un polymère ayant des longueurs différentes, on définit un degré de polymérisation (noté DP) correspondant à la valeur moyenne du nombre de motif par chaîne :

$$DP = \frac{M(\text{polymère})}{M(\text{motif})}$$

Données : masses molaires atomiques : M(C) = 12,0 g/mol ; M(H) = 1,0 g/mol ; M(N) = 14,0 g/mol ; M(O) = 16,0 g/mol.

✍ **11.** Calculer la masse molaire moléculaire du motif du nylon 6,6.
✍ **12.** Sachant que la masse molaire moléculaire moyenne du nylon 6,6 est égale à 120 kg/mol, en déduire la valeur de son degré de polymérisation DP.

3 Synthèse du Slime®

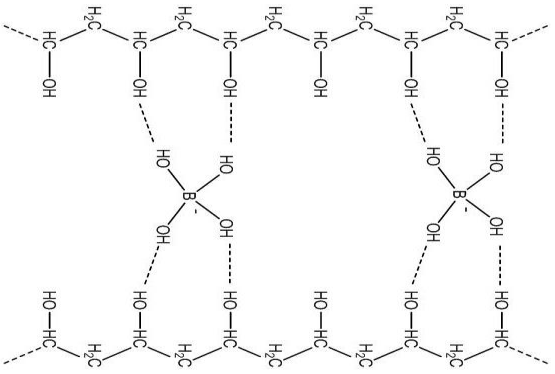
1 binôme sur 2

On détourne certaines substances de leur utilisation habituelle. On se propose d'en utiliser deux particulières dans la fabrication de Slime® appelée commercialement aussi « pâte à prout » :
- **le PVA** ou alcool polyvinylique $+CH_2-CH(OH)+_n$ possèdent, polymère qui est la matière première de nombreuses matières plastiques.
- **le borax** ou tétraborate de sodium décahydraté $B(OH)_4^-$, qui est un antiseptique présent dans les bains de bouches

Document 10 Le Slime®... Comment ça marche ?

Le comportement mécanique du Slime® est particulièrement intéressant. Ce n'est pas un solide car il s'adapte à la forme du récipient dans lequel on le place. C'est donc un liquide très visqueux. Cependant, lorsqu'on tire dessus d'un coup sec il se coupe net car les liaisons hydrogène qui assurent sa cohésion ne sont pas très fortes. Cependant une fois cassé on peut le reformer en un seul morceau car de nouvelles liaisons hydrogènes se reforment alors.

Pour expliquer la présence de ces liaisons hydrogène au sein du Slime®, il faut bien observer la structure tridimensionnelle du Slime®. L'alcool polyvinylique (PVA) qui compose le Slime® peut être comparé à de longs spaghettis microscopiques baignant dans de l'eau. C'est un liquide assez visqueux. L'autre composé du Slime®, le borax, joue le rôle de liaison entre les chaînes de PVA, comme du gruyère fondu entre les spaghettis. On appelle ceci une réticulation.
Ainsi, le borax va relier les chaînes de PVA en créant un réseau en 3D. Bien que présentées souvent comme covalentes, les liaisons entre le borax et les chaînes de PVA sont en fait des liaisons hydrogène, liassions électrostatiques moins fortes.



Document 11 Protocole expérimental

- ☞ Placer une baguette en verre dans le bécher contenant la solution aqueuse d'alcool polyvinylique.
- ☞ Faire couler le long de celle-ci quelques gouttes de la solution aqueuse de borax.
- ☞ Soulever la baguette et observer.
- ☞ Verser LENTEMENT le reste des 10 mL de la solution aqueuse de borax en mélangeant continuellement.
- ☞ Continuer à mélanger jusqu'à obtention d'une pâte gluante mais non-collante : le Slime®.
- ☞ Sortir le Slime® du bécher et l'étaler sur la paillasse propre et sèche. Le pétrir sur la table jusqu'à homogénéité parfaite. On peut manipuler le produit avec les mains (sans lésions), **en prenant la précaution de se laver les mains après usage.**

✍ **13.** Sur le schéma du document 10, légender en repérant le borax et la chaîne du PVA. Repérer un groupe caractéristique sur chaque molécule. Repasser en fluo les liaisons hydrogène.
✍ **14.** Rouler le Slime® en boule puis l'étirer alors rapidement et brusquement. Que se passe-t-il ? Expliquer.
✍ **15.** Peut-on reformer facilement un seul échantillon de Slime® à partir des deux précédents ? Comment expliquer cela ?
✍ **16.** Déposer le Slime® dans un bécher propre et sec. Se comporte-t-il comme un solide ou comme un liquide ?