

LC 02 Titre : Polymères

Présentée par : Camille Meridja

Correcteur : Jules Schleinitz

Date : 05/12/19

## Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

### Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Cette leçon a besoin de beaucoup de contextualisation, il s'agit plus d'une leçon de culture générale que d'une leçon où l'on développe des concepts ou des raisonnements scientifiques précis. Il faut donc adapter le format et soigner les quelques applications quantitatives et les définitions lorsqu'elles sont introduites. Le programme de terminale dit « La richesse des applications matériaux polymères organiques est présentée, en prise avec les problématiques sociétales actuelles et à venir ». Les concepts à aborder sont les différentes définitions relatives à la description d'un polymère (différence avec macromolécule), leur mode de synthèse et leur impact sociétal via leurs propriétés physico-chimiques et leur cycle de vie.

### Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

#### 1. Plan

Plan proposé :

##### I. Définitions et Grandeurs Caractéristiques

1. Définitions introductives
2. Description d'une macromolécule
3. Description du polymère

##### II. Synthèse de Polymères

1. Synthèse du polystyrène : Polyaddition
2. Polycondensation

##### III. Propriétés physiques

*Manque de temps pour développer correctement cette partie*

Le plan proposé convient à mon avis à la fois au niveau attendu pour la leçon (lycée) et à ce que le programme peut attendre en termes de contenu, attention si la partie III n'est pas traitée, il manque la contextualisation chère au programme : « *La richesse des applications matériaux polymères organiques est présentée, en prise avec les problématiques sociétales actuelles et à venir.* » Le programme veut une contextualisation sociétale qui doit apparaître clairement dans les parties II et III. Il sur les méthodes de synthèse utilisées (choix addition vs condensation permet de discuter de l'économie d'atomes), III sur les applications de ces matériaux dans notre environnement matériel artificiel et biologique.

Etablir un plan cohérent avec le programme officiel n'est pas forcément aisé puisque les programmes de lycée ne spécifient pas précisément ce qu'il est important de faire. L'option de se référer à ce qui a été fait les années précédentes en tenant compte des commentaires réalisés est

judicieuse à condition de se réapproprier la leçon. Ci-dessous, quelques captures d'écrans des programmes 2021 de physique-chimie et biochimie en terminale filières générales et technologiques. Ces éléments de programmes vous donnent des incontournables assez évidents :

- Identifier le motif d'un polymère
- Définir un polymère

Mais aussi des exemples de contextualisation possibles qui doivent être largement documentés dans les livres suivant le programme :

- ADN polymère de nucléotides
- Glycogène/amidon dans le stockage de l'énergie dans le vivant (intéressant dans la partie synthèse : polymérisation/dépolymérisation...)

Ces exemples ne peuvent être longuement développés mais apportent un plus dans l'objectif d'une contextualisation pertinente des différents exemples.

Sources : programme lycée général 2021 :

[https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin\\_officiel.html?cid\\_bo=144027](https://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=144027)

Polymères.	Identifier le motif d'un polymère à partir de sa formule. Citer des polymères naturels et synthétiques et des utilisations courantes des polymères.
------------	--

<b>Stratégie de synthèse multi-étapes</b> Modification de groupe caractéristique, modification de chaîne carbonée, polymérisation.	Élaborer une séquence réactionnelle de synthèse d'une espèce à partir d'une banque de réactions. Identifier des réactions d'oxydo-réduction, acide-base, de substitution, d'addition, d'élimination.
---	---

S3.1 Propriétés et structure des acides nucléiques		
Représenter par un schéma les éléments structuraux de l'ADN permettant de mettre en évidence les liaisons hydrogène de la double hélice et les liaisons phosphodiester orientées.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polymère de nucléotides*.</li> <li>- Liaison hydrogène*.</li> <li>- A=T*.</li> <li>- C≡G*.</li> <li>- Orientation 5'→3*.</li> <li>- Liaison</li> </ul>	Exploitation de ressources documentaires pour comprendre la structure de l'ADN.

Condensation du glucose en glycogène	Définir un polymère. Reconnaître un polymère du glucose. S'approprier et analyser des documents relatifs au stockage des glucides par l'organisme, à leur teneur et au contrôle de la glycémie.
--------------------------------------	--

A titre indicatif le programme de PC sur les polymères, beaucoup plus développé est donné ci-dessous. Sans tenir compte des notions hors programme ou trop techniques pour un lycéen il donne une idée plus détaillée de ce qui peut être judicieux de présenter en tenant un discours adapté au public visé (lycée).

4.3 Matériaux organiques polymères	
<b>Architecture moléculaire</b> Macromolécules linéaires et réseaux Masses molaires moyennes en nombre et en masse d'un polymère non réticulé Indice de polymolécularité	Repérer l'unité de répétition au sein d'une macromolécule naturelle ou artificielle. Relier l'allure de la courbe de distribution de masses molaires à l'indice de polymolécularité. Distinguer interactions faibles et réticulation chimique. Déterminer l'état physique d'un polymère à la température d'étude.
<b>Les différents états physiques</b> Interactions entre macromolécules. Transition vitreuse. Polymère amorphe, semi-cristallin.	Distinguer interactions faibles et réticulation chimique. Déterminer l'état physique d'un polymère à la température d'étude.
<b>Propriétés mécaniques</b> Matériaux thermoplastiques Élastomères	Associer un diagramme de traction à un type de matériau à température fixée. Analyser une courbe d'évolution du module d'Young avec la température.

## 2. Choix des exemples

Le choix des exemples était varié, il est très important de parler des nombreuses applications des polymères, partout. C'est un sujet qui se prête facilement à une présentation abondante d'exemples passionnants, il ne faut pas s'en priver.

Les exemples de polymères discutés étaient : polystyrène expansé, nylon, PVC, caséine, petro polymères et biopolymères. On peut facilement introduire l'ADN, Et les polysaccharides pour illustrer les différentes propriétés en fonction de l'organisation des monomères : (le glycogène, l'amidon, le coton, la cellulose).

### Récapitulatif de différents exemples de polymères du quotidien :

[http://www-ics.u-strasbg.fr/IMG/pdf\\_Polymere\\_vie\\_courante.pdf](http://www-ics.u-strasbg.fr/IMG/pdf_Polymere_vie_courante.pdf)

### Polysaccharides :

<http://www.edu.upmc.fr/uel/biologie/biochimie1/apprendre/chapitre3>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Polysaccharide>

### Différents types de plastiques utilisés :

Sur les différents objets en plastiques que vous utilisez tous les jours il y a un petit triangle constitué des trois flèches (attention cela n'a rien à voir avec une quelconque aptitude au recyclage du plastique, mais seulement du design de l'information pour ne pas trop effrayer le grand public...). Chaque chiffre correspond en fait à un type de polymère de plastique voici les :



- 1 : PET = Poly (téréphtalate d'éthylène) (PET), recyclable.
- 2 : PEHD (ou HDPE) = Polyéthylène Haute Densité, recyclable 1 fois sous forme de granules.
- 3 : PVC = Polyvinylchloride, recyclable après lavage et extrusion : formation de paillettes refondues ensuite.
- 4 : LDPE (ou PELD) = Polyéthylène Basse Densité, recyclé une fois pour des applications du type textile.
- 5 : PP = Polypropylène, recyclable lorsqu'il est produit par injection (blocs de plastique) non recyclable lorsqu'il est produit sous la forme de films.

- 6 : PS = Polystyrène : peut être recyclé mais en pratique ne l'est pas car le transport du polystyrène trop peu dense et donc trop peu rentable pour les communes et les industries. A nouveau, on n'obtient pas de polystyrène expansé après refonte du polymère donc il n'est recyclable qu'une fois.
- 7 : Autres

Les détails sur ces différents matériaux plastiques sont accessibles facilement sur leur pages Wikipédia, préférer la version en anglais pour plus de détails.

### 3. Choix des expériences

Les expériences choisies rentrent dans le cadre de la leçon.

*Caséine :*

Attention à bien l'introduire, ce choix de manipulation peut être un peu glissant dans la chronologie de la leçon, on parle ensuite de masse molaire moyenne en nombre et en masse et de polydispersité... Or la caséine est un des rares exemples de polymère monodisperse du fait de leur mode de production par transcription de l'ADN.

*Synthèse polystyrène : OK*

*Vieille bouteille de styrène : OK*

*Synthèse nylon : OK*

De manière générale la leçon peut s'accompagner de présentations de tous les matériaux qui nous entourent. Présenter les étiquettes de textiles et leur composition. Avoir sous la main un bout de polystyrène, un élastique, un sac plastique (un en LDPE et un biosourcé type amidon) du papier...

### Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

L'enjeu de cette leçon est la description des polymères (degré de polymérisation, masse molaires moyenne, ramifications) et de leurs propriétés (élasticité, états physiques). Ces nouvelles propriétés découlent du fait que les polymères du fait de leur structure microscopique ont des comportements différents des solides et des liquides.

Seuls les nouveaux concepts introduits doivent être détaillés toutes les connaissances déjà vues dans d'autres parties du programme en particulier les mécanismes de chimie organique ne doivent pas être trop détaillés.

### Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

Expérience 1 : Extraction de la caséine :

La manipulation convient. Le bain chauffant paraît compliquer la réalisation de l'expérience est-il vraiment nécessaire ?

Expérience 2 : Synthèse polystyrène :

Bien avec la comparaison avec le polystyrène pris en masse dans la bouteille de styrène. La présentation du styrène pris en masse peut être plus explicite en éclairant la bouteille peut être...

Calcul du rendement en masse bien effectué. Il faut ensuite conclure. Une mesure de la densité du polystyrène obtenu et une comparaison avec le polystyrène commercial peut être un bonus.

Il faut montrer au jury la précipitation lors de l'expérience et s'émerveiller.

Expérience 3 : Synthèse nylon :

Rentre bien dans le cadre comparaison polycondensation vs polyaddition. On peut prendre du temps pour parler de la méthode de synthèse, pourquoi est ce que l'on étire le fil ? pour avoir des chaînes les plus longues possibles et donc avoir une résistance à l'étirement très forte (liaisons covalents vs liaisons intermoléculaires...).

Pour plus de facilité technique préparez vos solutions dans des béchers pour éviter la manipulation des grosses bouteilles de solvant qui ne sont pas pratiques et vous déstabilisent devant un jury.

**Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :**

Quelle attitude avoir en TP vis-à-vis d'un accident. ?

Dans l'ordre : Protéger la classe puis Alerter s'il y a des blessés puis Secourir. Connaître les numéros d'urgence de l'établissement.

LC 02 Titre : Polymères

Présentée par : Camille Meridja

Correcteur : Jules Schleinitz

date :05/12/2019

## Compte rendu leçon élève

Bibliographie de la leçon :			
Titre	Auteurs	Editeur (année)	ISBN
Tout en un PC/PC*		Dunod 2014	
Chimie et physico-chimie des polymères	Fontanille, Gnanou	Dunod (2ème édition)	
Livre Physique Chimie 1ère STI2D/STL		Nathan	

Plan détaillé
<p><u>Niveau choisi pour la leçon</u> : Lycée (STL)</p> <p>Prérequis : -liaison covalente -liaison H -Interactions de VdW -groupes caractéristiques</p> <p><b>Introduction</b> : Branche de la chimie particulière, molécule de grande dimension et de grande masse molaire. Interactions donnant des propriétés thermiques et physiques notables. Exemples de polymères présentés, notamment morceau de polystyrène expansé</p> <p>1 minute 30</p> <p><b>I) Définitions et grandeurs caractéristiques</b> <b>A) Définitions introductives</b></p> <p>Macromolécule : molécule de très grande masse molaire composée à partir de motifs</p>

individuels liés par liaison covalente (+odg masse molaire  $\sim 10^5$  g/mol)

Exemple de macromolécule : PVC, polystyrène, nylon sur slide

Polymère : Matériau composé d'un ensemble de macromolécules composées à partir d'un même motif, et non nécessairement identiques

Classification des polymères (sur slide) : naturels, artificiels, synthétiques (avec exemple)

Manip : Extraction de la caséine du lait et calcul de concentration en caséine

$C_{exp}=186\text{g/L}$

$C_{tab}=30\text{g/L}$

11 minutes

## B) Description d'une macromolécule.

Définition motif sur l'exemple du pvc

Degré de polymérisation  $D_p = \text{masse macromolécule} / \text{masse motif}$

14 minutes

## C) Description du polymère.

Répartition du  $D_p$

Masse molaire d'une macromolécule bien définie mais le polymère n'est pas un corps pur

$M_n = m \text{ polymère} / n \text{ macromolécule}$

Schéma n en fonction de M

18 minutes

## II) Synthèse des polymères

### A) Polyaddition

Def: création de liaison entre deux molécules (monomères) sans émission de sous particules

Synthèse du polystyrène : présentation de l'étape de précipitation + filtration sur Büchner. Calcul du rendement :  $r=51\%$

30 minutes

### B) Polycondensation

Def : Création de liaison entre groupe fonctionnels de monomères avec émission d'une petite molécule

Manip : synthèse du nylon 6-10

35 minutes

### III) Propriétés physiques :

Structure des polymères sur slide (linéaire, ramifié, réticulé).

Propriétés thermiques et mécanique évoquées rapidement (pensait ne plus avoir assez de temps)

36 minutes

Conclusion :

Utilisations multiples des polymères, mais possible problèmes environnementaux

37 minutes

### Questions posées

- Pour le polystyrène, est ce que les interactions intermoléculaires sont plus importantes que pour le toluène ?
- Citer les propriétés physiques/thermiques qu'on peut attendre d'un polymère
- Comment est quantifiée l'élasticité ?
- C'est quoi un module d'Young ?
- Ordre de grandeur du module d'Young pour le polystyrène
- ça veut dire quoi polystyrène « expansé » ?
- Pourquoi la caséine précipite en milieu acide ?
- C'est quoi la caséine ? Il y a quel type de fonction ?
- Ca donne quoi amide+ acide ?
- Pourquoi utiliser un bain marie pour la caséine ?
- Pourquoi dites-vous qu'il faudrait ajouter plus d'acide si l'on fait l'expérience à température ambiante ?
- Il y a quoi majoritairement dans le lait ?
- Pourquoi n'avoir pas terminé votre expérience en filtrant alors ? (ndlr : le bécher contenant le lait à été malencontreusement renversé dans le bain marie pendant la présentation)



- Quel traitement faut-il appliqué à la caséine après filtration ?
- Donner des exemples de polymères dans la salle
- La laine c'est un polymère de quoi ? Quel est le motif ?
- Est-ce qu'on définit d'autre masse moyenne pour les polymères ?
- Placer sur votre schéma masse molaire en nombre et en masse sur votre schéma
- Pour le nylon, quel est le motif ? Ce répète-t-il vraiment ?
- C'est toxique le styrène ?
- Quel impact sur la santé ont les composés aromatiques ?
- Comment bien verser un produit ?
- Votre ballon était chaud ? L'avez-vous bien pris ? (ndlr :ballon pris avec des gants mais n'était pas vraiment chaud)
- Pourquoi le filtrat (du polystyrène) est trouble ?
- Pourquoi le polystyrène est blanc ?
- Qu'est-ce que ça veut dire un rendement en masse ?
- Rendement en masse théorique pour cette expérience ?
- Dans le cadre d'une polycondensation, peut-il être de 1 ?
- Dans un cadre écologique, quelle méthode de polymérisation faudrait-il privilégier ?
- Pourquoi on appelle ça du nylon 6-10 ?
- C'est toxique le nylon ?
- Et la phénolphthaléine ? Vous avez le droit de l'utiliser en lycée ?

### Commentaires

Il faut bien répondre aux questions. Tu connais plein de choses c'est bien, mais il est impératif de les mettre en forme. Regarde l'auditoire, il faut parler plus fort et pas vers le tableau. Il faut écrire plus proprement et mettre de la couleur.  
Il faut mettre en valeur ses expériences.

Les polymères c'est génial, il faut communiquer son enthousiasme sur les polymères en particulier pendant l'introduction. Ou au moins savoir faire semblant.

Je n'aime pas la définition de polycondensation, « émission d'une molécule » ça fait pas assez chimiste, parle de « production ».

La troisième partie est très importante, il ne faut absolument pas passer aussi vite dessus. Au besoin mieux vaut raccourcir la première partie.

**Expérience 1 - Titre :** Extraction de la caséine du lait

Référence complète : <http://www.slampert.com/Activites%20pedagogiques/TPONC2.pdf>

Équation chimique et but de la manip :

Extraction de la caséine du lait par précipitation

Modification par rapport au mode opératoire décrit :

Ajout de 10 mL d'acide acétique glacial dilué dix fois (grossièrement).

Simple lavage sur Büchner à l'eau distillée

Phase présentée au jury : Synthèse dans le lait (malheureusement échappé dans le bain marie), présentation du produit séché en préparation, calcul de la concentration massique en caséine avec le produit séché à l'étuve

Commentaire éventuel : On trouve une concentration énorme par rapport à la valeur tabulée (il n'y a pas que la caséine qui précipite+ certainement encore de l'eau malgré passage à l'étuve)

Durée de la manip : 2 minutes

**Expérience 2 - Titre :** Synthèse du polystyrène

Référence complète : JFLM 2 Chimie organique expérimentale p 105 (premier protocole, pas celui dans l'agar-agar)

[http://toulouse.udppc.asso.fr/images/pdf/Cahier\\_de\\_laboratoire\\_ONC\\_2013.pdf](http://toulouse.udppc.asso.fr/images/pdf/Cahier_de_laboratoire_ONC_2013.pdf)

Équation chimique et but de la manip : Synthèse d'un polymère, le polystyrène, par polyaddition.

Modification par rapport au mode opératoire décrit :

Montage avec un ballon tricol sur lequel on monte un réfrigérant à air (pour ne pas perdre les vapeurs de styrène lors de la phase d'ébullition). Ampoule de coulée avec 10 mL de toluène et un thermomètre (Température maintenue autour de 80°C )

Commentaire éventuel :

-Ne pas trop chauffer le ballon, sinon le styrène colle au fond du ballon

- Bien laver le styrène avant de faire la synthèse (protocole olympiades)

Phase présentée au jury : Précipitation du brut réactionnel dans de l'éthanol à 95°, puis essorage sur Büchner, trituration à l'éthanol pur, calcul du rendement .

Durée de la manip : 10 minutes

**Expérience 3 - Titre :** Synthèse du Nylon 6-10

Référence complète : JFLM 2 (Chimie organique) p 119

Équation chimique et but de la manip : Synthèse d'un polymère par polycondensation.

Modification par rapport au mode opératoire décrit :Aucun

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury : Mélange des deux solutions, formation du Nylon à l'interface.

Durée de la manip : 3 minutes

**Compétence « Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté »**

**Question posée : Une fiole se brise en TP , que fait vous ?**

**Réponse proposée :**

**Selon la dangerosité du produit :- on évacue la salle**

**-on fait nettoyer en veillant à ce que personne ne se blesse  
tout en gérant les élèves pour que le Tp continue dans de bonnes conditions**

**Commentaires du correcteur :**

**Ok**