












LC14 : Molécules d'intérêt biologique

Prérequis :

Niveau : Lycée

—
—
—
—

Bibliographie :

-  *Livre Terminale ST2S, Nathan* [1]
-  *Livre Première ST2S, Nathan* [2]
-  *Propriétés acide ascorbique, Wikipédia* [3]
-  *Les vitamines* [4]
-  *Les vitamines, Wikipédia* [5]
-  *Cours sur les glucides* [6]
-  *Autre cours sur les glucides* [7]
-  *Chiralité des médicaments* [8]
-  *Repliement des protéines* [9]
-  *Repliement des protéines, autres article* [10]
-  *Super site pour les acides aminés !!!* [11]

Rapports de jury :

2017 : *Extrait rapports*

Table des matières

1	Les protéines	3
1.1	Les acides aminés	3
1.2	Synthèse peptidique	4
1.3	Structure spatiale et propriétés des protéines	5
2	Les glucides	6
2.1	Structure des glucides	6
2.2	Transformations dans l'organisme	6
3	Les vitamines	7
3.1	Définition et propriétés	8
3.2	Dosage d'une vitamine	9

4 Idées de manipulations :	12
4.1 Pouvoir rotatoire du saccharose	12
4.2 Dosage de la vitamine C	12
5 Remarques et questions	12

Introduction

Depuis très longtemps, on cherche à comprendre le vivant et son fonctionnement. On sait aussi depuis longtemps que les mécanismes mis en jeu font intervenir des processus chimiques. La chimie est donc essentielle pour comprendre les processus biologiques. Mais c'est seulement en 1828, que l'on en a eu la confirmation, lorsque Wöhler synthétise l'urée. Il s'agit alors du premier composé du vivant synthétisé hors du vivant. Et alors on a confirmé le fait que le vivant n'était pas constitué de manière différente que des composés non vivant, il s'agit de molécules qu'on est capable de synthétiser.

On définit les **molécules d'intérêt biologique** comme ??? . Il existe différentes grandes catégories de molécules ayant un intérêt en biologie.

Diapo : Différents types de molécules d'intérêt biologique et leurs rôles

Ces molécules ont un intérêt biologique grâce à leur structure, leur réactivité avec d'autres éléments importants.

Par soucis de temps, nous n'allons pas pouvoir étudier toutes (car grande variété) les molécules d'intérêt biologiques.

Mais on peut étudier certaines des molécules impliquées dans la respiration lors de laquelle le dioxygène est transportée par une protéine (première catégorie). La respiration permet d'apporter du dioxygène nécessaire pour la combustion qui apporte de l'énergie à l'organisme à partir des glucides (deuxième catégorie).

Enfin il existe des catégories de molécules d'intérêt biologiques... **Comment décrire les vitamines ???**

A FINIR ! Problématique

Proposition de plan :

1 Les protéines

☆ Les **protéines** sont des macromolécules constituées d'une ou plusieurs chaînes d'**acides aminés**.

Les acides aminés sont donc des briques élémentaires des protéines, que l'on va chercher maintenant à décrire.

1.1 Les acides aminés

☆ Un **acide aminé** est une molécule qui possède un **groupement carboxyle** ($-\text{COOH}$) et un **groupement amine** ($-\text{NH}_2$).

☆ *Exemple :*

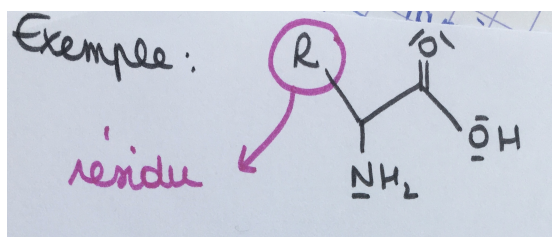


FIGURE 1 – *Exemple d'acide aminé général*

On dit qu'un acide est **α aminé** si les groupements amine et carboxyle sont portés par le même atome de carbone.

☆ *Exemple :*

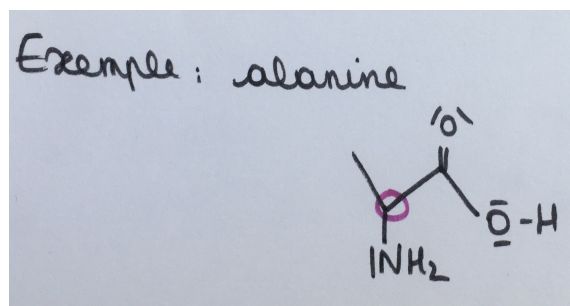


FIGURE 2 – *Exemple d'acide α -aminé*

Remarque : Il existe 20 acides aminés synthétisés naturellement.

On remarque que l'alanine possède un carbone asymétrique. L'alanine est donc **chirale**.

☆ On rappelle la définition de la chiralité : **chirale** si non superposable à son image dans le miroir.

Dans la nature, il n'existe que la forme suivante : C'est le cas de beaucoup d'acides aminés (existence que sous une forme dans la nature).

(Prendre des modèles moléculaires de l'alanine pour montrer qu'elle est chirale et quelle forme il existe dans la nature)

Animation : Modèles moléculaires

Prérequis :

Transition : Pour former une protéine les acides aminés sont ensuite assemblés entre eux par une liaison peptidique.

1.2 Synthèse peptidique

(**[1]** page 149) Il s'agit du premier niveau d'organisation des acides aminés : par une liaison covalente.

Une liaison peptidique se forme lorsque la fonction carboxyle d'un premier acide aminé réagit avec la fonction amine d'un deuxième acide aminé.

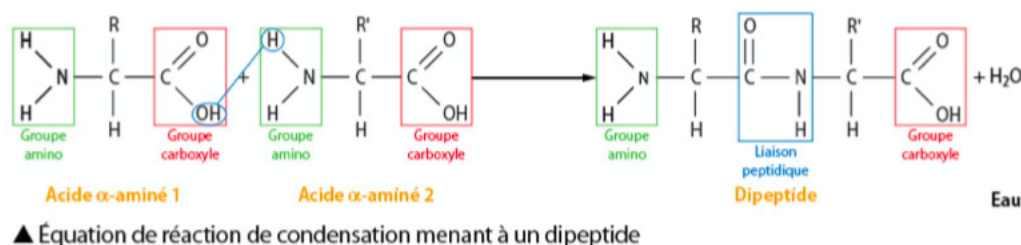


FIGURE 3 – *Source : Livre Terminale ST2S, Nathan. Il vaudrait peut être mieux faire directement un exemple ?*

☆ Il s'agit d'une réaction de déshydratation : enlève de l'eau. C'est aussi une réaction de condensation.

☆ Il se forme alors un dipeptide.

☆ Remarque : Sans prendre de précaution, on aboutit à 4 dipeptides.

Diapo : Exemple pour l'alanine ?

Il faut donc prendre des précautions comme protéger les fonctions que l'on ne veut pas faire réagir.

Prérequis : Protection et déprotection

☆ Une protéine est une chaîne d'au moins 50 acides aminés.

On peut alors repérer les différentes liaisons peptidiques sur une longue chaîne peptidique (=polypeptide).

Diapo : Chaîne peptidique

(page 147 [1] *Transition* : On a vu en introduction que les protéines possédaient différentes utilités : structural, hormonal, enzymatique, transporteur et immunitaire. L'activité biologique d'une protéine est liée à sa structure tertiaire (ou quaternaire). On va à présent donc étudier la structure spatiale des protéines ainsi que les propriétés que cela leur confère.

1.3 Structure spatiale et propriétés des protéines

Les protéines possèdent des niveaux de structure supérieurs à la liaison peptidique.

Diapo : Niveaux de structure des protéines

Parler des liaisons hydrogène au niveau secondaire.

Prérequis : Liaisons hydrogène

☆ *Exemple* : l'hémoglobine responsable du transport de l'oxygène dans l'organisme a une structure quaternaire. Elle est constituée de quatre chaînes polypeptidiques.

Diapo : Hémoglobine

On voit que l'hémoglobine a une forme (genre de panier) qui permet de fixer l'oxygène au centre. Ainsi de nombreuses protéines ont ce genre de forme ce qui leur permet d'être des récepteurs, par exemple olfactifs.

Or on peut donner l'exemple du limonène.

Diapo : Limonene

Il existe sous deux formes d'énantiomères et chaque énantiomère donne une odeur différente lorsqu'on les sent.

Diapo : Explication avec les récepteurs

Ainsi on met en évidence l'importance de la chiralité dans les molécules d'intérêt biologiques.

Transition : L'oxygène transporté par une protéine est essentiel pour notre survie. En effet, il permet la transformation des glucides pour obtenir de l'énergie. On va donc voir dans la prochaine partie comment cela fonctionne.

2 Les glucides

2.1 Structure des glucides

☆ Les **glucides** sont des molécules qui possèdent au moins **3 atomes de carbone** ?, un **groupe carbonyle** ($C=O$), au moins **2 groupements hydroxyles** ($-OH$).

☆ *Exemple :*

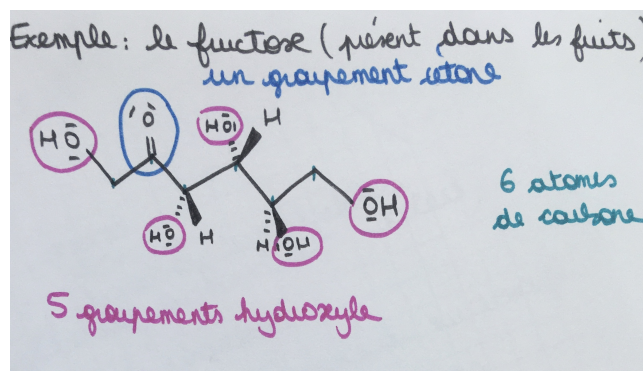


FIGURE 4 – *Exemple de glucide*

☆ On peut séparer les glucides en glucides simples et en glucides complexes.

- Les glucides simples (=oses) sont des glucides constitués de 6 atomes de carbone. (autres propriétés à ne pas donner ? : non hydrolysables, tous isomères, $C_6H_{12}O_6$)
- Les glucides complexes sont constitués de plusieurs glucides simples (liés par des liaisons osidiques, ils sont hydrolysables).

☆ *Exemples :* On montre des exemples de glucides simples et complexes (fructose, saccharose...)

[Diapo : Exemples de glucides](#)

☆ Les glucides existent sous des formes linéaires et cycliques.

☆ *Exemples :* On montre des exemples de linéaires et cycliques des glucides.

[Diapo : Exemples des formes linéaires et cycliques](#)

☆ On peut remarquer que les glucides tel que le saccharose possède des carbones asymétriques, les molécules sont donc chirales.

On va présenter une des propriétés des molécules chirales.

[Diapo : Présentation polarimètre, loi de Biot...](#)

☆ Deux énantiomères peuvent se distinguer par la mesure au polarimètre du pouvoir rotatoire.

Manip : Mesure du pouvoir rotatoire du saccharose

Transition : Maintenant que l'on a vu la forme des glucides on va pouvoir expliquer la production d'énergie dans l'organisme et de manière plus générale les transformations qui ont lieu avec les glucides.

2.2 Transformations dans l'organisme

Les glucides que l'on ingère peuvent être des glucides complexes qui mettent du temps à être assimilés.

☆ Les glucides complexes vont être hydrolysés pour donner des glucides simples.

☆ Exemple :

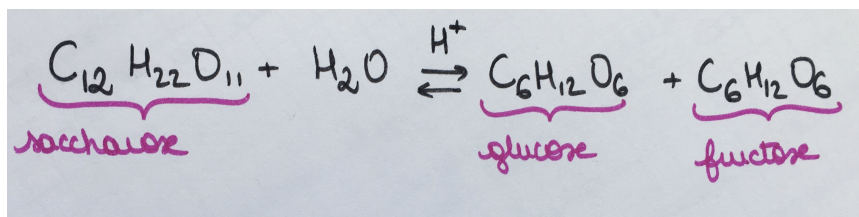
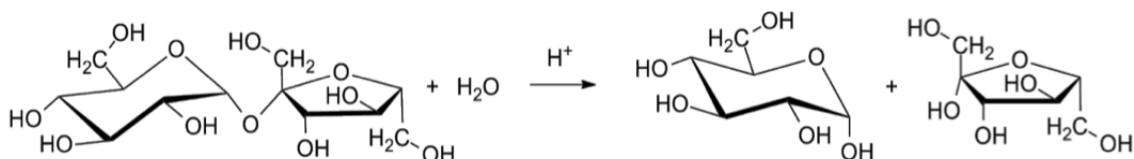


FIGURE 5 – Hydrolyse du saccharose



(d'après Wikipédia)

FIGURE 6 – Hydrolyse du saccharose

Animation : Vidéo d'une manip avec la liqueur de Fehling ? (Non je pense que ça prend trop de temps)

Un des glucides qui peut être formé est le glucose, dont la combustion (qui nécessite de l'oxygène) va permettre d'obtenir de l'énergie.

☆ Exemple :

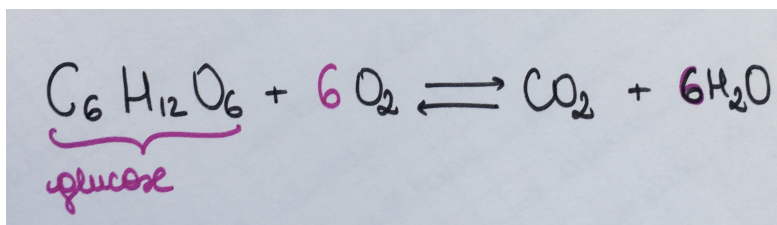


FIGURE 7 – combustion du glucose

Remarque possible aussi sur le fait que les organismes chlorophylliens font l'inverse de la réaction de combustion. On peut donc manger des fruits pour obtenir des glucides.

(Ouverture possible sur le stockage : On ne mange pas tout le temps du sucre ou des aliments alors il faut bien quelque chose pour stocker cette énergie et pouvoir en avoir en continu : rôle des lipides.)

Transition : Certaines molécules d'intérêt biologique sont nécessaires en moins grandes quantités que les protéines et les glucides mais sont importantes pour le vivant.

3 Les vitamines

(page 176 [1])

3.1 Définition et propriétés

☆ Les **vitamines** sont des molécules qui sont nécessaires en faibles quantités, qui ne peuvent pas être synthétisée en quantité suffisante par l'organisme. Elles doivent donc être apportées par l'alimentation.

Enfin on peut remarquer que les vitamines nécessaires dépendent des organismes (  tres vivants) considérés.

Exemple : La vitamine C est nécessaire pour la plupart des primates mais pas pour les autres mammifères.

☆ On peut classer les vitamines selon deux catégories :

- **Les vitamines hydrosolubles** : sont polaires (+possèdent des groupements permettant de faire des liaisons hydrogène avec l'eau) : elles sont solubles dans l'eau. Elles ne sont en général pas stockées et sont éliminées par l'organisme.
- **Les vitamines liposolubles** : ne sont pas solubles dans l'eau (apolaires). Elles sont stockées dans les tissus graisseux et le foie.

☆ *Exemple :* La vitamine C est une molécule hydrosoluble :

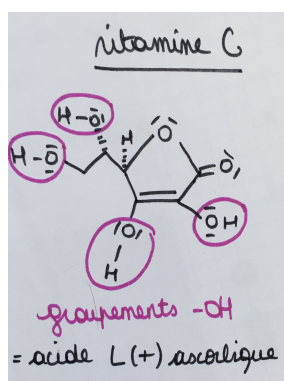


FIGURE 8 – Vitamine C

(cf [3])

La vitamine C est une molécule anti-oxydante, ou en termes plus chimique :

☆ La vitamine C est un réducteur, elle peut donc exister sous une forme oxydée.

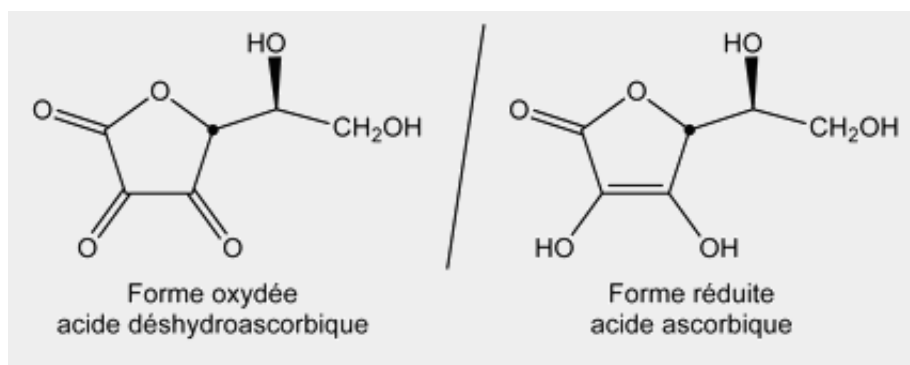


FIGURE 9 – Forme red/ox de la vitamine C

Elle est donc utilisée comme conservateur ?

Transition : Les vitamines sont nécessaires en certaines quantités pour éviter des carences et provoquer des maladies (exemple : scorbut dans le cas de la vitamine C), mais il est aussi important de ne pas dépasser les doses recommandées notamment pour les vitamines liposolubles (qui ne peuvent pas être éliminées) (exemple : accidents rénaux et cardiaques graves si surdose de vitamine D) [5]. Il est donc important de savoir quelle dose de vitamines on ingère par jour. Il va falloir les doser.

3.2 Dosage d'une vitamine

On va continuer à s'intéresser à la vitamine C, pour laquelle on peut remarquer son caractère acido-basique qui va nous permettre de faire un dosage acido-basique(et donc colorimétrique en direct).

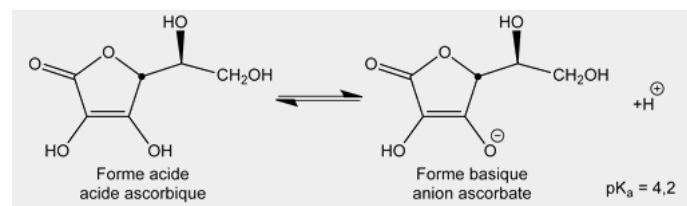


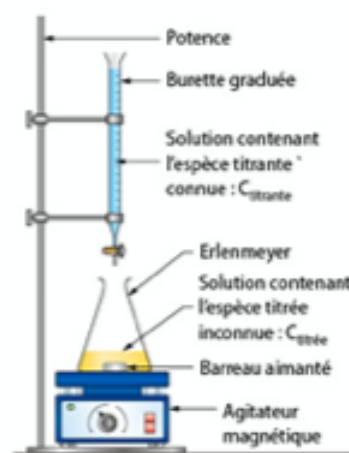
FIGURE 10 – Caractère acido-basique de la vitamine C.

(on peut voir la justification de la stabilité de la forme basique de la vitamine C sur le [3])

Diapo : Principe de la manipulation

3 TITRAGE DE LA VITAMINE C DANS UN MÉDICAMENT OU UN ALIMENT

- Un **titrage** sert à déterminer la concentration en solution d'une espèce chimique (espèce titr  e) en la faisant réagir avec une espèce chimique dont la concentration en solution est connue (espèce titrante).
- On peut déterminer la **teneur en acide ascorbique** ($C_6H_8O_6$) contenu dans un médicament ou un aliment en réalisant un titrage d'une solution d'acide ascorbique avec une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$).
- La **réaction chimique** du titrage s'écrit : $C_6H_8O_6 + HO^- \rightarrow C_6H_7O_6^- + H_2O$.
- Lors du titrage, on repère « l'équivalence » : l'instant où on a vers   juste la quantité de réactif titrant nécessaire à faire réagir la totalité du réactif titré. L'**  quivalence** peut se repérer grâce à un indicateur coloré.
-    l'équivalence on a : $n(C_6H_8O_6) = n(HO^-)$.



▲ Montage d'un titrage

- La concentration molaire C_s en acide ascorbique de la solution titr  e peut se calculer grâce à la relation :

$$C_s = \frac{C_b \times V_{bt}}{V_s} \quad \text{où } C_b : \text{concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium en mol.L}^{-1};$$

$$V_{bt} : \text{volume de solution d'hydroxyde de sodium vers   à l'équivalence en mL};$$

$$V_s : \text{volume de solution d'acide ascorbique titré en mL}.$$

- La concentration massique C_{ms} en acide ascorbique peut ensuite être calculée grâce à la relation :

$$C_{ms} = C_s \times M \quad \text{où } C_{ms} : \text{concentration massique en acide ascorbique en g.L}^{-1};$$

$$M : \text{masse molaire de l'acide ascorbique en g.mol}^{-1}.$$

FIGURE 11 – *Le titrage d'une vitamine.* ([1] page 177)

Manip : Titrage de la vitamine C

Puis on exploite le résultat obtenu :

■ Teneur en vitamine C d'un jus d'orange frais

On se propose de contrôler la concentration C_a en vitamine C d'un jus d'orange fraîchement pressé grâce à un titrage. On réalise le montage ci-contre :

Pour cela, on dose un volume $V_a = 20,0$ mL de jus d'orange à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_b = 5,00 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$. L'équivalence est repérée grâce au rouge de crésol, un indicateur coloré. Le volume de solution d'hydroxyde de sodium à l'équivalence est $V_{b  } = 10,5$ mL. La réaction de titrage est $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + \text{HO}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^- + \text{H}_2\text{O}$.

1. Indiquer quelle est la solution titrante.
2. Indiquer quelle est la solution titr  e.
3. Rappeler la définition de l'équivalence.
4.   crire la relation entre C_a , V_a , $V_{b  }$ et C_b .
5. Calculer C_a .

CONNAÎTRE - Connaître l'importance de la structure d'une molécule pour ses effets.

S'APPROPRIER - La solution titrante est celle dont on veut déterminer la concentration.

CONNAÎTRE - Savoir donner la définition de l'équivalence.

ANALYSER/RAISONNER - Utiliser la définition de l'équivalence pour établir la relation.

RÉALISER - Calculer C_a en utilisant la relation de la question 4. et les données de l'énoncé.

Solution

1. La solution titrante est la solution d'hydroxyde de sodium.
2. La solution titr  e est le jus d'orange.
3. L'équivalence est l'instant où on a vers   juste la quantité de réactif titrant nécessaire à faire réagir la totalité du réactif titré.
4.    l'équivalence on a $n_a = n_b$ soit $C_a \times V_a = C_b \times V_{b  }$.
5. $C_a = C_b \times \frac{V_{b  }}{V_a} = 5,00 \times 10^{-3} \times \frac{10,5}{20,0} = 2,62 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$.

FIGURE 12 – Titrage de la vitamine C. ([1] page 179)

Conclusion :

- Les lipides, les oligoéléments
- problématique de la chiralité dans le vivant : les médicaments [8] (thalidomide : contre les nausées/ néfaste pour les fœtus)
- Repliement des protéines [9], [10]

4 Idées de manipulations :

4.1 Pouvoir rotatoire du saccharose

Objectif : Montrer la loi de Biot et trouver le pouvoir rotatoire spécifique.

Produits	Matériel
D-Saccharose	Polarimètre de Laurent
eau	fiole jaugées

En préparation :

- ✓ On prépare un ensemble de solutions de saccharose.
- ✓ On mesure le pouvoir rotatoire de toutes les solutions.
- ✓ On trace le pouvoir rotatoire en fonction de la concentration en saccharose.

En direct :

- ✓ On mesure le pouvoir rotatoire d'une des solutions.

4.2 Dosage de la vitamine C

Objectif : Doser la quantité de vitamine C dans un comprimé de vitamine C.

Produits	Matériel
Comprimé de vitamine C UPSA	pH-mètre
Soude	
indicateur coloré adapté	

En préparation :

- ✓ On prépare la solution
- ✓ On remplit la burette avec la soude à la bonne concentration

En direct :

- ✓ On fait un titrage colorimétrique

5 Remarques et questions

Remarques (pour le passage de Manon) :

Il manque le coté intérêt biologique dans l'exemple avec le limonène bien qu'il soit efficace pour introduire la chiralité, et facile à comprendre du fait du changement d'odeur par les élèves. Il interagit avec les récepteurs des protéines, interaction avec le vivant. Il faudrait à la limite commencer par la stéréochimie du limonène pour ne pas centrer la leçon dessus, ou le supprimer..

Dans l'introduction, il faut parler des grandes classes de molécules d'intérêt biologique (glucides, lipides, protéines) et ensuite n'en sélectionner qu'une seule, le domaine d'étude étant ici

ultra vaste. Il faut sûrement laisser les glucides de côté bien qu'ils doivent être évoqués au début.

Les structures secondaires, tertiaires etc ne sont pas au programme en dehors d'approches documentaires donc c'est bien d'ouvrir dessus mais de ne pas s'y attarder trop.

On peut penser à l'étude du pouvoir rotatoire du glucose en évoquant la mutarotation de ce dernier.

Essayer d'évoquer le rôle de la vitamine C :   vite les espèces oxydantes et réduit les radicaux libres.

Questions (pour le passage de Manon) :

Comment fonctionne l'hydrodistillation ? Il faut que l'on utilise un mélange non miscible (ici le limonène et l'eau forme deux phases différentes). Ce que l'on récupère c'est la composition de l'hétéroazéotrope. Il est possible de faire une CCM pour identifier exactement ce que l'on récupère (en particulier s'ils existent des molécules plus volatiles)

Lors de la mesure avec le polarimètre de Laurent, comment sait-on que le R va avoir un pouvoir rotatoire + et que S va avoir un pouvoir rotatoire - ? Rien ne garantit a priori de lien entre le pouvoir rotatoire et le st  r  odescripteur. Sur les   nantio-pures du limon  nes, il est bien spécifié (+)-R car les deux informations sont décorrélées.

Comment fonctionne le polarimètre ? On croise un polariseur et un analyseur, lorsque l'on place un échantillon entre les deux, il fait tourner le plan de polarisation et on a plus d'extinction. L'angle pour retrouver l'extinction correspond au pouvoir rotatoire de l'échantillon. Cependant, cette extinction n'est souvent pas totale (minimum de lumière) et pour être plus précis, on joue sur des variations de teintes qui sont plus détectables à l'oeil. Pour faire ceci, on place une lame demi-onde, ce qui crée 3 zones différentes et le bon angle correspond alors à l'  quip  nombre, ce qui est plus distinguable.

Calcul du pouvoir rotatoire en fonction que d'une seule fraction molaire :

Dans le schéma sur l'hydrodistillation, pourquoi avoir utiliser (Na⁺, Cl⁻) ?

Pourquoi un acide aminé est-il chiral ? On identifie un carbone asymétrique au niveau du carbone relié à l'atome d'azote.

Pourquoi lors du titrage observe-t-on un changement de couleur ? Quelle quantité de thiod  ne faut-il mettre ?

C'est quoi de manière générale une vitamine ? Une vitamine est une substance organique, nécessaire en faible quantité au métabolisme d'un organisme vivant, qui ne peut être synthétisée en quantité suffisante par cet organisme. Est ce que c'est un médicament alors ? Bonne question.. peut être pas. Le mot vitamine vient de amine et vital.

La chiralité est quelquechose d'important pour les médicaments ? Oui, il faut y faire attention.. Tous les acides aminés sont sous la forme   nantio-m  res L sauf la glycine. Qu'est ce que   a veut dire ? Configuration L selon Fisher à expliquer

Quels sont les pourcentages d'énantiomères R et S dans le citron ?

Définition d'une réaction de condensation : Une réaction de condensation est une réaction chimique au cours de laquelle deux molécules, ou deux parties d'une même molécule, se combinent pour former une molécule (le condensat) en éliminant une molécule simple (le sous-produit), telle l'eau (le plus souvent), le sulfure d'hydrogène, le méthanol ou l'acide acétique. Autre exemple de ce type de réaction : la réaction d'acétalisation.

Quelle est la grande problématique de la synthèse peptidique ? La protection de fonction, il faut protéger un acide carboxylique sous forme d'ester par exemple.

Les vitamines B et C sont hydrosolubles, la vitamine A est liposoluble.

Où vont les aliments non hydrosolubles dans le corps humain ? C'est le rôle des phases lipidiques qui solubilisent tout ce qui n'est pas en phase aqueuse.

Comment mettre en évidence l'existence d'une cétone et d'un aldéhyde ? avec la liqueur de Fehling, elle devient bleu si c'est une cétone et rouge dans le cas d'un aldéhyde. Les glucides ont un groupement carbonyle.

La vitamine C est-elle chirale ? Elle a deux carbones asymétriques et pas de symétrie particulière donc elle est chirale. Il n'y a qu'une seule forme dans la nature, la forme L. Dans le comprimé utilisé, c'était 500 mg d'acide (L)-ascorbique donc celui du bon énantiomère normalement.

Est-ce qu'un amide est facile à faire ?

Glucides : fonction $\text{COOH} + 2$ Hydroxyles

Préparation pour les questions

Acides aminés :

☺ 20 aa synthétisés naturellement

☺