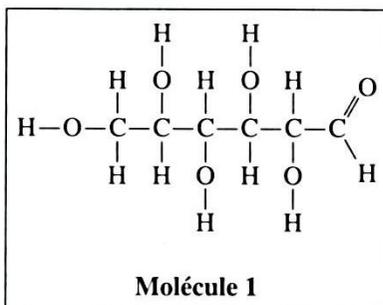


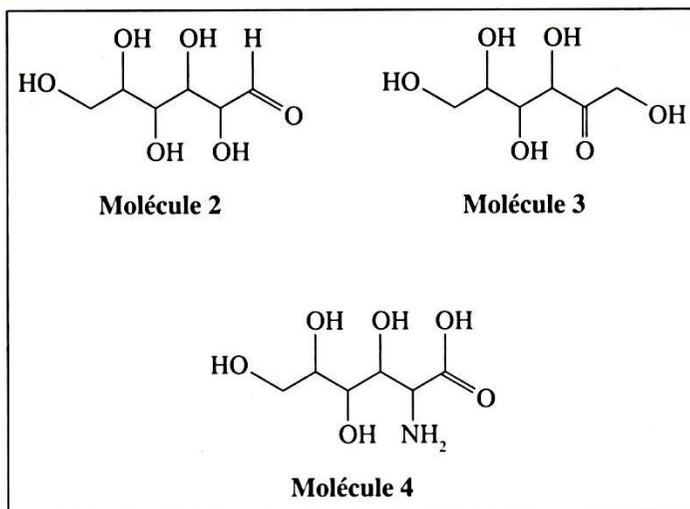
## Le sucre dans toutes ses formes (9,5 points)

### Doc. 1 Des sources d'énergie pour le corps humain

De nombreuses substances sont assimilables par l'organisme et constituent des sources d'énergie pour le corps humain. La plus connue d'entre elles est l'ATP ou adénosine-5-triphosphate qui est stockée dans les mitochondries et qui fournit, par hydrolyse en adénine diphosphate, l'énergie nécessaire aux réactions chimiques du métabolisme. D'autres sources d'énergie existent au sein du corps humain, notamment la molécule suivante, notée molécule 1, qui peut être stockée au niveau du foie :

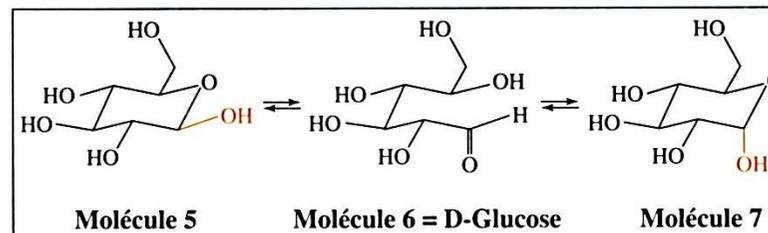


### Doc. 2 Molécules dont la structure est proche de la molécule 1



### Doc. 3 Mutarotation du glucose

Un des stéréoisomères les plus connus de cette molécule est le D-Glucose. Celui-ci peut se cycliser selon les réactions suivantes, conduisant à un enchaînement d'équilibres chimiques aussi appelé mutarotation du glucose :



La mutarotation du glucose est l'évolution de son pouvoir rotatoire permise par l'existence d'un équilibre chimique entre la molécule 5 et la molécule 7. Parmi les molécules 5, 6 et 7, les plus stables sont les formes cycliques. La différence entre les formules topologiques des molécules 5 et 7 se fait au niveau du carbone anomérique portant le groupe OH reporté ici en couleur.

### Doc. 4 Glycogénogénèse

Le glucose peut être assimilé par l'organisme, notamment au niveau du foie par le phénomène de glycogénogénèse. La glycogénogénèse est la voie métabolique qui permet, dans le foie et le muscle, la synthèse de glycogène à partir du glucose. Elle s'appelle aussi hydrolyse du glucose. Son but principal est la mise en réserve du glucose issu d'une alimentation riche en glucides. Le mécanisme qui aboutit à la synthèse du glycogène à partir d'un nombre important de molécules de glucose est résumé par la formule :



avec  $n$  pouvant atteindre 30 000.

Cette synthèse se fait en présence de plusieurs enzymes, notamment la synthétase dans le foie. Ceci permet par la suite de réguler la glycémie du système en redistribuant progressivement le sucre accumulé via le phénomène de glycolyse. Ce phénomène est un processus libérateur d'énergie ayant lieu dans le cytoplasme de toutes les cellules, au cours duquel le glucose est dégradé pour fournir de l'énergie sous forme d'ATP. L'énergie contenue dans dix moles de glucose est de 28 710 kJ. La molécule de glucose présente donc des propriétés biologiques qui lui confèrent une activité biologique donnée.

### Partie I Étude de la molécule 1

22 min 2,25 pts

On étudie en premier lieu la **molécule 1** du **document 1**. Elle présente une structure particulière que nous nous proposons d'étudier de façon complète.

- 1 Donner la formule brute de cette molécule. 0,25 pt
- 2 Montrer que cette formule brute peut se mettre sous la forme  $C_n(H_2O)_m$  et déterminer les valeurs entières de ces indices  $n$  et  $m$ . 0,25 pt
- 3 À quelle grande famille de composés chimiques cette molécule appartient-elle ? 0,25 pt
- 4 Représenter la formule topologique associée à cette molécule. 0,5 pt
- 5 À partir de cette formule topologique, donner une des représentations de Cram possibles de cette molécule. 0,5 pt
- 6 Nommer cette **molécule 1** à l'aide des règles de nomenclature officielle. 0,5 pt

### Partie II Étude d'isomères de la molécule 1

33 min 3,25 pts

La **molécule 1** est un aldohexose qui possède un grand nombre d'isomères naturels. Parmi eux, on recense le fructose, le mannose ou encore l'arabinose. Nous allons maintenant nous attacher à en décrire certains présentés dans le **document 2**, dont la structure est similaire à celle de la **molécule 1**.

- 1 Nommer et identifier les fonctions caractéristiques présentes pour chacune des **molécules 2, 3 et 4**. 1 pt
- 2 À quelle grande famille de composés la **molécule 4** appartient-elle ? 0,5 pt
- 3 Quand peut-on dire que deux molécules sont isomères l'une de l'autre ? 0,5 pt
- 4 Existe-t-il une relation d'isomérisation entre la molécule 1 et chacune des trois **molécules 2, 3 et 4** ? Justifier. Si oui, préciser l'isomérisation en question. 1 pt
- 5 Ces molécules possèdent-elles les mêmes propriétés chimiques que la **molécule 1** ? 0,25 pt

### Partie III Étude de la molécule de D-Glucose

30 min 3 pts

On s'intéresse maintenant à la **molécule 6** (D-Glucose) présentée dans le **document 3**. Pour comprendre la forme spatiale que prend le D-Glucose, il est nécessaire d'imaginer que la formule topologique obtenue à la question 4 de la **Partie I** est flexible et peut être « tordue » de manière à obtenir la représentation donnée de la **molécule 6** (D-Glucose), isomère de la **molécule 1**. On dit alors qu'on a à faire à une conformation différente de la **molécule 1**.

- 1 Donner la définition d'un conformère. 0,25 pt
- 2 Combien de carbones asymétriques recense-t-on sur la **molécule 6** (D-Glucose) ? Justifier en plaçant un astérisque sur les carbones en question. 0,5 pt
- 3 Combien de carbones asymétriques recense-t-on sur la **molécule 5** ? Justifier en plaçant un astérisque sur les carbones en question. 0,5 pt
- 4 Combien de stéréoisomères possibles existe-t-il pour la **molécule 6** (D-Glucose) ? Justifier. 0,5 pt
- 5 Donner la définition d'une molécule chirale. 0,25 pt
- 6 Les **molécules 5, 6** (D-glucose) et **7** sont-elles chirales ? 0,5 pt
- 7 Quelle relation de stéréoisomérisation existe-t-il entre les **molécules 5 et 7** ? 0,5 pt

### Partie IV Propriétés biochimiques du glucose

10 min 1 pt

Le glucose possède de nombreuses propriétés bénéfiques à l'organisme, dont la principale est décrite dans le **document 4**. À partir de ces informations et des structures présentées pour le glucose, nous allons nous attacher à décrire quelques propriétés biochimiques de cette molécule.

- 1 Les isomères **molécule 5** et **molécule 7** présentent-ils la même activité biologique ? Justifier. 0,5 pt
- 2 Quelle conséquence cela peut-il avoir sur l'assimilation du glucose par le foie ? 0,5 pt

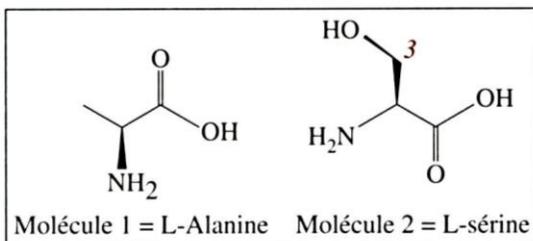


## Acides aminés naturels et synthétiques (10 points)

### Doc. 1 Acides aminés

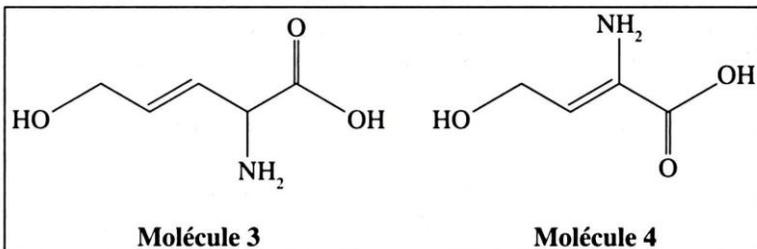
Les acides aminés sont des composés caractérisés par la présence d'au moins deux groupes caractéristiques de type acide carboxylique et amine. Ils ont un rôle biochimique fondamental puisqu'ils permettent, via la formation de liaisons peptidiques, de synthétiser des protéines. L'enchaînement des acides aminés se fait dans un ordre précis au niveau des chaînes polypeptidiques et constitue ce que l'on appelle la structure primaire des protéines.

Pour la quasi-intégralité des espèces vivantes, on ne recense que 22 acides aminés au total, qu'on appelle « acides aminés naturels ». Ils sont tous constitués entre autres d'atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Parmi eux, on recense la L-Alanine ou la L-Sérine (le L fait référence à l'orientation particulière des groupes en représentation de Cram) :



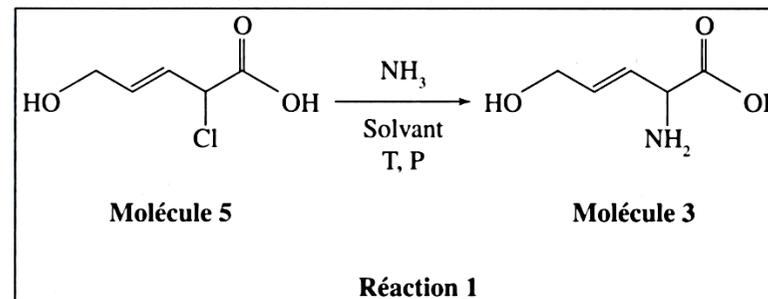
### Doc. 2 Le biomimétisme

Depuis la découverte de cette science qu'est la chimie, de nombreux expérimentateurs et théoriciens ont cherché à mimer les processus physico-chimiques présents dans la nature afin de tirer parti des fabuleuses propriétés de notre environnement. C'est ce qu'on appelle le biomimétisme. On peut par exemple mentionner la longue quête de la quinine, molécule à la base d'un traitement antipaludique, qui était tirée de l'écorce du quinoa et qui a finalement été obtenue de façon synthétique en laboratoire en 2005. De la même manière, de nombreux acides aminés dits « synthétiques » ont pu être obtenus. On s'intéressera ici aux deux acides aminés suivants, qui peuvent être obtenus à l'aide de plusieurs réactions chimiques qui ne seront pas présentées ici :



### Doc. 3 Étape de synthèse possible

On va s'intéresser à une seule des étapes de synthèse possible permettant d'obtenir la molécule 3 présentée dans le document 2. Celle-ci permet de greffer le groupe fonctionnel amine sur le composé de départ. Les deux réactifs sont  $\text{NH}_3$  et la molécule 5.



On donne également comme indication les électronégativités  $\chi$  de deux atomes :  $\chi(\text{Cl}) = 3,16$  et  $\chi(\text{C}) = 2,55$ .

## Partie I Acides aminés naturels

50 min 5 pts

### 1 Étude de l'alanine

L'alanine est un acide aminé important noté molécule 1 (L-Alanine) et présenté dans le **document 1**. Elle est synthétisée par l'organisme dans les cellules musculaires et participe aux phénomènes de stockage-relargage du glucose dans le foie après avoir été transformée en une molécule appelée pyruvate.

- Repérer et nommer les fonctions caractéristiques présentes dans la molécule 1 (L-Alanine). 0,5 pt
- Nommer cette molécule 1 à l'aide des règles de nomenclature officielles. 0,5 pt
- Combien de carbone(s) asymétrique(s) recense-t-on dans la molécule 1 (L-Alanine) ? Le(s) repérer à l'aide d'astérisque(s). 0,25 pt
- Combien de stéréoisomères existe-t-il de la molécule 1 (L-Alanine) ? 0,25 pt
- Dessiner l'énantiomère de la molécule 1 (L-Alanine) appelé D-Alanine. 0,5 pt
- Quel nom peut-on donner au mélange d'une mole de molécule 1 (L-Alanine) et d'une mole de son énantiomère (D-Alanine) ? Que dire de l'activité optique de ce mélange ? 0,5 pt

### 2 Étude de la sérine

La sérine est un acide aminé fondamental noté molécule 2 (L-Sérine) et présenté dans le **document 1**. En effet, bien qu'il n'ait pas de fonction biologique conduisant à des phénomènes particuliers dans l'organisme, il est à la base de la synthèse de nombreux autres acides aminés et intervient dans de nombreux codons.

- Repérer et nommer les fonctions caractéristiques de la molécule 2 (L-Sérine). 0,5 pt
- Nommer cette molécule 2 (L-Sérine) à l'aide des règles de nomenclature officielles. 0,5 pt
- Recenser le(s) carbone(s) asymétrique(s) sur la molécule 2 (L-Sérine) et le(s) repérer à l'aide d'astérisque(s). 0,25 pt
- Dessiner une représentation de Cram de la molécule 2 (L-Sérine), notamment au niveau du carbone noté 3 sur le **document 1**. 0,5 pt
- Dessiner un conformère de la molécule 2 (L-Sérine) à partir de la représentation de Cram obtenue en **d**. faisant intervenir le carbone n° 3. Pour simplifier la représentation, on laissera toutes les fonctions chimiques telles qu'elles apparaissent sur la formule topologique. 0,5 pt
- Le mélange de la molécule 2 (L-Sérine) et de son conformère est-il un mélange racémique ? Justifier. 0,25 pt

## Partie II Acides aminés synthétiques

37 min 3,75 pts

On s'intéresse aux acides aminés synthétiques des molécules 3 et 4 présentées dans le **document 2**.

- Repérer et nommer les fonctions caractéristiques présentes sur les molécules 3 et 4. 0,5 pt
- Nommer les molécules 3 et 4 à l'aide des règles de nomenclature officielles. 0,5 pt
- Les molécules 3 et 4 sont-elles chirales ? 0,5 pt
- La double liaison dans la molécule 4 est de configuration Z.
  - Quelle est la configuration de la double liaison dans la molécule 3 ? Justifier. 0,5 pt
  - Dessiner le diastéréoisomère de la molécule 4 dont la double liaison est de configuration E. 0,5 pt
- On peut recenser un carbone asymétrique sur la molécule 3. Le repérer par un astérisque. 0,25 pt
  - Dessiner les deux stéréoisomères liés à ce carbone asymétrique pour la molécule 3. 0,5 pt
  - Quelle relation d'isomérisation relie ces deux stéréoisomères ? 0,5 pt

## Partie III Synthèse de la molécule 3

13 min 1,25 pt

On s'intéresse à la synthèse de la molécule 3 présentée dans le **document 3**.

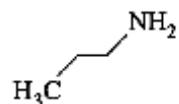
- Donner la définition de l'électronégativité. 0,25 pt
- Indiquer la polarisation de la liaison C—Cl sur la molécule 5. 0,25 pt
- Donner la formule de Lewis de NH<sub>3</sub>, réactif de la **réaction 1**. 0,5 pt
- À quelle grande famille de réactions appartient la **réaction 1** ? 0,25 pt



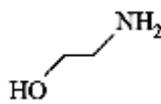
## Silence, ça tourne ! (8 points)

### Doc. 1 Représentations de Cram et de Newman

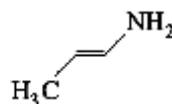
On s'intéresse à trois molécules dont le nombre d'atomes autres que l'hydrogène est égal à 4, comme pour le butane. Ces trois molécules sont représentées ci-dessous :



Molécule 1

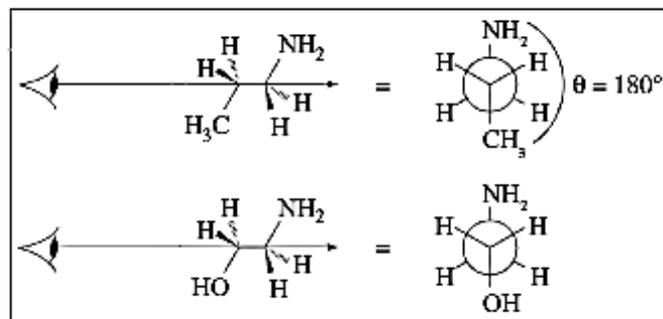


Molécule 2



Molécule 3

Il est possible de représenter ces molécules d'une manière différente appelée représentation de Newman. Cette représentation peut être obtenue à partir de la représentation de Cram d'une molécule en la regardant le long de l'axe de la liaison C—C horizontale par la gauche selon le schéma suivant :



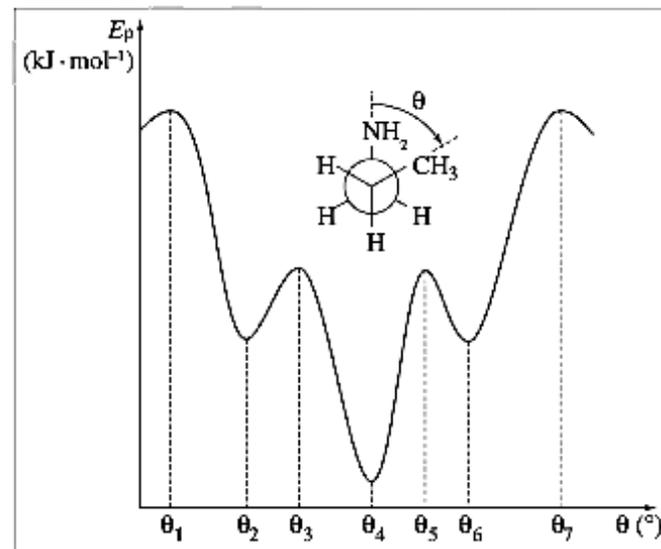
Représentation de Cram

Représentation de Newman

En regardant la molécule selon cette direction, on observe une sphère correspondant au premier atome de carbone de la liaison C—C horizontale que rencontre la flèche partant de l'œil. Chacun de ces atomes étant lié à trois autres atomes ou groupes d'atomes, on voit trois liaisons apparaissant devant cette sphère pour le carbone de devant (correspondant à celui à gauche sur la représentation initiale) et trois liaisons apparaissant derrière pour le carbone de derrière (correspondant à celui de droite sur la représentation initiale).

### Doc. 2 Diagramme énergétique

On s'intéresse à la variation d'énergie potentielle  $E_p$  de la molécule 1 en fonction de l'angle  $\theta$  que font entre eux les deux groupes aux extrémités  $\text{NH}_2$  et  $\text{CH}_3$  (l'angle  $0^\circ$  correspondant à la représentation de la molécule pour laquelle  $\text{NH}_2$  et  $\text{CH}_3$  sont au même endroit).



Le diagramme énergétique présente plusieurs minima et maxima correspondant à des valeurs de  $\theta$  qu'il va s'agir de déterminer dans ce problème. On remarque que la courbe est symétrique par rapport à la valeur  $\theta_4$ . Afin de simplifier le problème, les valeurs des énergies potentielles ne seront ni données, ni à déterminer. On se basera sur des effets relatifs conduisant à des valeurs d' $E_p$  relatives également.

### Partie I Étude préalable

15 min 1,5 pt

On s'intéresse aux molécules 1 et 2 présentées dans le document 1.

- 1 Repérer les fonctions chimiques caractéristiques sur ces deux molécules. 0,5 pt
- 2 Nommer ces deux molécules à l'aide des règles de nomenclature officielles. 0,5 pt
- 3 a. Qu'est-ce qu'un carbone asymétrique ? 0,25 pt  
b. Les deux molécules possèdent-elles des carbones asymétriques ? 0,25 pt

### Partie II Équilibres de conformation

25 min 3,75 pts

On s'intéresse à la molécule 1 présentée dans le document 1 et aux informations fournies la concernant dans le document 2.

- 1 a. Définir ce qu'est un conformère. 0,25 pt  
b. Combien de conformères existe-t-il d'une même molécule ? 0,25 pt  
c. Représenter les conformères de la molécule 1 en représentation de Newman correspondant aux angles  $\theta$  suivants : 1 pt
- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| • $\theta = 0^\circ$   | • $\theta = 180^\circ$ |
| • $\theta = 60^\circ$  | • $\theta = 240^\circ$ |
| • $\theta = 120^\circ$ | • $\theta = 300^\circ$ |
|                        | • $\theta = 360^\circ$ |
- 2 a. Quelle est la valeur de  $\theta$  correspondant au conformère le plus stable ? Justifier. 0,5 pt  
b. Quelle est la valeur de  $\theta$  correspondant au conformère le moins stable ? Justifier. 0,5 pt  
c. À l'aide de la courbe d'énergie potentielle fournie dans le document 2 pour la molécule 1, attribuer en le justifiant les 7 différentes valeurs de  $\theta$  proposées au 1 c. aux paramètres  $\theta_1, \dots, \theta_7$ . 1 pt  
d. Quelle est l'origine physique de l'énergie potentielle mesurée ? 0,25 pt

### Partie III Cas particuliers

27 min 2,75 pts

On s'intéresse maintenant aux molécules 2 et 3 du document 1.

- 1 a. Obtient-on la même courbe d'énergie potentielle en fonction de l'angle  $\theta$  pour la molécule 3 ? Justifier. 0,5 pt

b. Donner la configuration (Z) ou (E) de la double liaison de la molécule 3. 0,25 pt

- 2 a. Définir ce qu'est une liaison hydrogène. 0,5 pt  
b. Peut-on établir une liaison hydrogène entre  $R-NH_2$  et  $R-OH$  ? Si oui, proposer un schéma adéquat. 0,5 pt  
c. À l'aide des deux questions précédentes, et sachant qu'une liaison hydrogène ne peut s'établir que si deux groupes d'atomes sont suffisamment proches, expliquer pourquoi, dans le cas de la molécule 2, l' $E_p$  associée à l'angle  $\theta = 60^\circ$  est plus faible que celles associées aux angles  $\theta = 120^\circ$  et  $\theta = 180^\circ$ . S'aider d'un schéma. 1 pt