1 – Introduction à la chimie organique et à la biochimie

Plan du chapitre

1 Introduction **2**
1.1 Qu'est-ce que la chimie organique ? . . . 2
1.2 Origine des molécules organiques . . . 2
1.3 Pourquoi faire de la chimie organique ? . . . 2

2 Présentation des molécules organiques **3**
2.1 Valence des atomes et multiplicité des liaisons . . . 3
2.2 Hydrocarbures et squelette carboné des molécules organiques . . . 3
2.3 Groupes fonctionnels . . . 6

3 Principales familles de molécules en biochimie **10**
3.1 Glucides : oses et osides . . . 10
3.2 Acides aminés, peptides et protéines . . . 12
3.3 Lipides . . . 13
3.4 Nucléosides, nucléotides et acides nucléiques . . . 15

4 Annexes **18**
4.1 Les acides α-aminés courants . . . 18
4.2 Les nucléosides courants . . . 19

Exercices **20**

Travaux dirigés **23**

Programme officiel – Premier semestre – **Thème C – constitution et transformations de la matière**

C.1.3 Constitution et caractérisation spectroscopique d'entités chimiques organiques et intervenant dans la chimie du vivant.

Notions	Capacités exigibles
Familles d'entités chimiques organiques	
Familles fonctionnelles en chimie organique : amine, amide, cétone, aldéhyde, alcool, thiol, ester, acide carboxylique, hémiacétal et acétal, anhydride phosphorique.	Reconnaitre et nommer les familles fonctionnelles présentes dans la représentation d'une entité chimique.
Familles d'entités chimiques intervenant dans la chimie du vivant : • sucres (ou oses) et autres glucides ; • acides gras, triglycérides, phosphoglycérides et autres lipides ; • acides aminés, peptides et protéines ; • nucléosides, nucléotides, acides nucléiques.	Reconnaitre et nommer la famille à laquelle appartient une entité chimique intervenant dans la chimie du vivant.

Protégé par la licence Creative Commons
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.fr

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

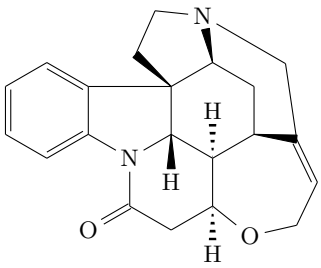
1 Introduction

1.1 Qu'est-ce que la chimie organique ?

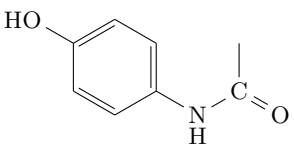
- Chimie organique : chimie des composés hydrocarbonés, c'est-à-dire comportant du carbone et de l'hydrogène lié au carbone.
- Composés carbonés non organiques : CO_2, CO, CS_2, les ions carbonate CO_3^{2-} et hydrogénocarbonate HCO_3^-, l'ion cyanure CN^-.
- Éléments impliqués : toujours C et H, extrêmement souvent O et N, souvent S et P, parfois des halogènes (Cl, Br,I), occasionnellement des métaux : Na, Mg, Hg, Zn, Cd, Pb ou des éléments non métalliques : B, Si.

1.2 Origine des molécules organiques

- Molécules organiques naturelles (synthétisées par au moins un organisme vivant) ou artificielles (inconnues dans le monde vivant).
- Molécules biosourcées (extraites de plantes, d'animaux ou de micro-organismes) ou de synthèse.



strychnine



paracétamol

1.3 Pourquoi faire de la chimie organique ?

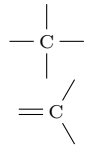
- Identifier et comprendre les réactions ayant lieu dans le monde vivant.
- Synthétiser des molécules naturelles ou artificielles ayant une utilité thérapeutique (médicaments, tissus artificiels) ou technologique (textiles, matières plastiques, matériaux émetteurs de lumière ou conducteur de l'électricité, etc).

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

2 Présentation des molécules organiques

2.1 Valence des atomes et multiplicité des liaisons

- La valence d'un élément est le nombre de liaisons que cet élément engage avec ses voisins. Certains éléments peuvent avoir plusieurs valences possibles : P (3 ou 5), S (2, 4 ou 6).
- Un atome peut porter un (ou plusieurs) doublet(s) d'électrons non engagé(s) dans une liaison, appelé(s) doublet(s) non liant.
- Les liaisons peuvent être simples, doubles ou triples.

C tétravalent	H monovalent	O et S divalents	N et P trivalents	halogènes monovalents
				

2.2 Hydrocarbures et squelette carboné des molécules organiques

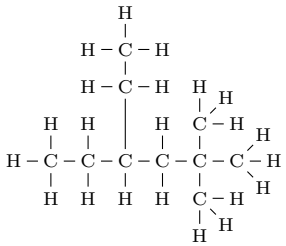
- Les hydrocarbures sont composés exclusivement de carbone et d'hydrogène.
- Les hydrocarbures saturés ne comportent que des liaisons simples (alcanes), les hydrocarbures insaturés comportent des liaisons multiples (double liaison C = C ou triple liaison C ≡ C).
- Les hydrocarbures peuvent être acycliques ou cycliques

2.2.1 Représentation des alcanes acycliques

Les alcanes acycliques ont pour formule générale C_nH_{2n+2}, avec n un entier.

- Représentation développée : on indique toutes les liaisons.
- Représentation semi-développée : on « compacte » la représentation en regroupant des atomes.

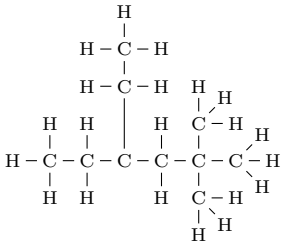
Représentation semi-développée



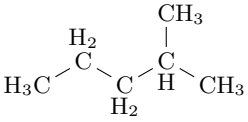
Représentation topologique (encore plus compacte) :
- l'enchainement des liaisons entre atomes de carbone est représenté par une ligne brisée ; chaque segment représente une liaison, dont on précise la multiplicité (simple, double ou triple) ;
- chaque sommet de la ligne représente un atome de carbone ;
- les atomes d'hydrogène liés aux atomes de carbone sont omis, ainsi que les liaisons correspondantes ;
- les groupes fonctionnels, s'il y en a, sont explicitement représentées.

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

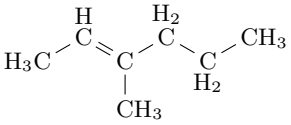
Représentation topologique



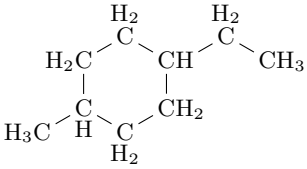
Application 1 : écrire en représentation topologique



A

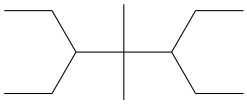


B

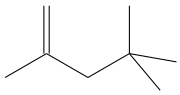


C

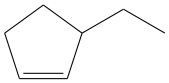
Écrire en représentation semi-développée



D



E

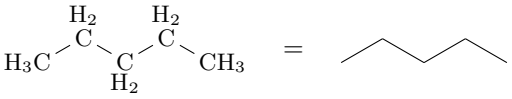


F

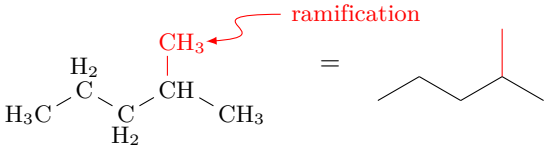
2.2.2 Squelette et ramification, classe des atomes de carbone

L'enchainement des atomes de carbone de la molécule constitue son **squelette**, qui peut être :

- linéaire,
- ramifié avec une chaine principale (la plus longue qu'on peut parcourir) et des ramifications.



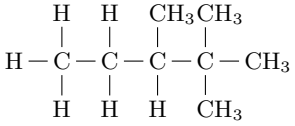
squelette linéaire



squelette ramifié

La classe d'un atome de carbone est égale au nombre d'atomes de carbone auxquels il est lié.

Chaine principale et classe des atomes de carbone



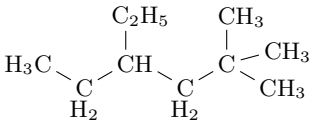
Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

2.2.3 Nomenclature des alcanes acycliques

- Trouver la chaine carbonée la plus longue et le nom de l'hydrocarbure correspondant.
- Identifier les ramifications liées à cet hydrocarbure et donner un nom à chacun d'eux ; placer ces noms dans l'ordre alphabétique, avant le nom de l'hydrocarbure.
- Numéroter les atomes de carbone de la chaine principale en partant du bout de la chaine le plus proche d'un substituant ; préciser la position de chaque substituant en le faisant précéder du numéro du carbone de la chaine principale auquel il est rattaché et d'un tiret.
- Quand il y a plusieurs substituants identiques, on les nomme ensemble, en faisant précéder le nom du substituant par les préfixes *di*, *tri*, *tétra*, etc ; on précise ensemble les numéros de chaque substituant, en les séparant par une virgule.
- Si les substituants sont eux-mêmes ramifiés, ils sont numérotés à partir du carbone lié à la chaine principale, et sont nommés selon les mêmes règles que le squelette carboné.

n	formule de l'alcane	nom de l'alcane	formule du substituant	nom du substituant
1	CH_4	méthane	CH_3	méthyle
2	C_2H_6	éthane	C_2H_5	éthyle
3	C_3H_8	propane	C_3H_7	propyle
4	C_4H_{10}	butane	C_4H_9	butyle
5	C_5H_{12}	pentane	C_5H_{11}	pentyle
6	C_6H_{14}	hexane	C_6H_{13}	hexyle
7	C_7H_{16}	heptane	C_7H_{15}	heptyle
8	C_8H_{18}	octane	C_8H_{17}	octyle

Nomenclature



Application 2 : nommer les composés A et D apparaissant dans l'application 1

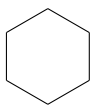
2.2.4 Hydrocarbures cycliques saturés ou alcanes cycliques

- Une molécule est cyclique si son squelette est refermé sur lui-même.
- Les alcanes cycliques (cyclanes) ont pour formule C_nH_{2n}, avec n un entier.

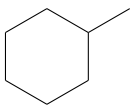
cyclopropane

cyclobutane

cyclopentane



cyclohexane



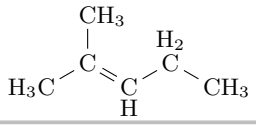
méthylcyclohexane

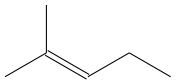
Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

2.2.5 Hydrocarbures insaturés

- Les hydrocarbures avec une double liaison C = C sont les alcènes (oléfines) de formule : C_nH_{2n} avec n un entier (s'ils sont acycliques).
- La double liaison C = C est indiquée par la désinence -ène en nomenclature.

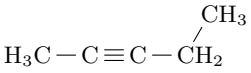
Nomenclature des alcènes





Application 3 : nommer les composés B, C, E et F apparaissant dans l'application 1

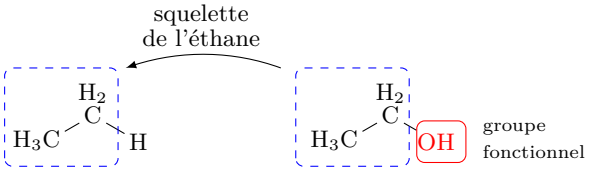
- Les hydrocarbures avec une triple liaison C ≡ C sont les alcynes de formule : C_nH_{2n-2} avec n entier (s'ils sont acycliques).
- La triple liaison C ≡ C est indiquée par la désinence -yne en nomenclature.



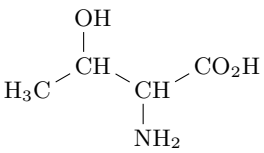
2.3 Groupes fonctionnels

2.3.1 Définition

- La substitution d'un atome d'hydrogène par un groupe d'atomes comportant des hétéroatomes introduit un groupe fonctionnel (= une fonction chimique).
- En écriture topologique, on précise intégralement les atomes des groupes fonctionnels.
- La formule brute d'une molécule indique le nombre de C, puis de H, puis de tous les autres éléments dans l'ordre alphabétique.

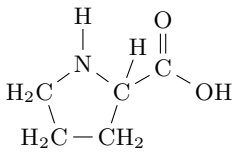


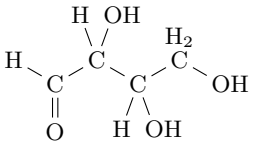
Groupes fonctionnels et formule brute de la sérine

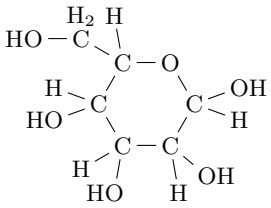


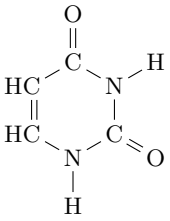
Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Application 4 : écrire en notation topologique

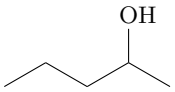

proline

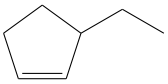

threose

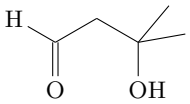

glucopyranose

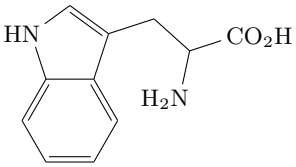

uracile

Déterminer la formule brute


G

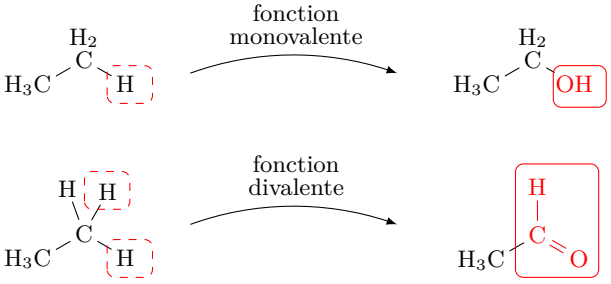

H


J

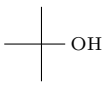
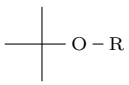
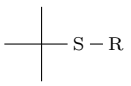
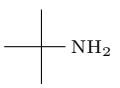
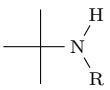
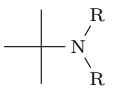
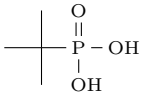

tryptophane

2.3.2 Groupes fonctionnels usuels

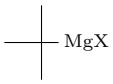
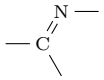
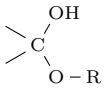
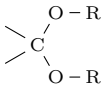
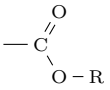
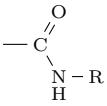
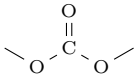
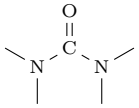
La **valence** d'une fonction chimique est nombre d'atomes d'hydrogène qu'elle remplace dans l'alcane correspondant.



Dans le tableau suivant, R désigne un groupe commençant par un carbone, et X désigne un halogène (chlore Cl, brome Br ou iode I).

fonctions monovalentes	 alcool	thiol	 étheroxyde	 thioéther
	 amine primaire	 amine secondaire	 amine tertiaire	 phosphate

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

	halogénoalcane	 organomagnésien	alcène	
fonctions divalentes	aldéhyde  imine	cétone R = alkyle alcyne	 hémiacétal R = alkyle	 acétal R = alkyle
fonctions trivalentes	acide carboxylique	 ester	 amide	nitrile
fonctions tétravalentes	 carbonate	 urée		

Application 5 : identifier les groupes fonctionnels

Faire l'identification pour les composés **G**, **H** et **J**, ainsi que pour la proline, le thréose et le glucopyranose.

2.3.3 Nomenclature

- Les règles de nomenclature des hydrocarbures s'appliquent.
- On remplace la désinence -*ane* dans l'alcane de même squelette par celle du groupe fonctionnel.
- S'il y a plusieurs groupes fonctionnels différents, celui correspondant à la fonction de plus grande valence donne son nom à la molécule ; les autres sont traités comme des substituants.

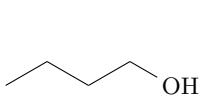
fonction	nom en tant que fonction principale	nom en tant que substituant
halogénoalcane	**halogéno**alcane	**halogéno-**
alcool	alcan**ol**	**hydroxy-**
étheroxyde	alc**oxy**alcane	**-alcoxy-**
amine	alcan**amine**	**amino-**
alcène	alc**ène**	**-èn-**
aldéhyde	alcan**al**	**-oxo-**
cétone	alcan**one**	**-oxo-**

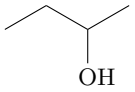
Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

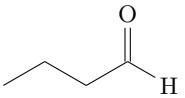
fonction	nom en tant que fonction principale	nom en tant que substituant
alcyne	alc**yne**	**-yn-**
acide carboxylique	**acide** alcan**oïque**	
ester	alcan**oate** d'alk**yle**	

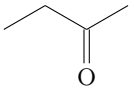
- Si nécessaire, on précise le numéro du carbone qui porte le groupe fonctionnel avant la désinence correspondante.
- On numérote les atomes de carbone de la chaine de sorte à attribuer le plus petit numéro possible à la fonction principale.

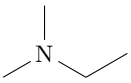
Nomenclature

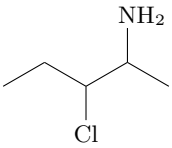


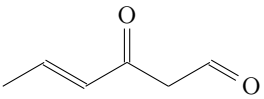


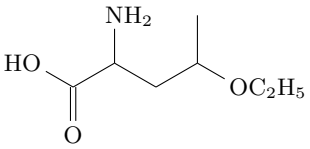




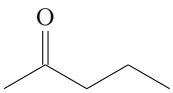




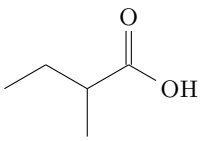




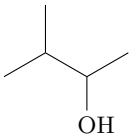
Application 6 : nommer les composés



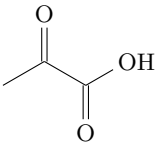
K



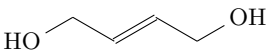
L



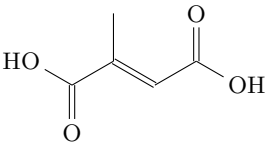
M



N



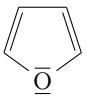
P



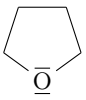
Q

2.3.4 Hétérocycles

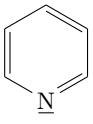
Les hétérocyles sont des cycles dont l'un des atomes n'est pas un carbone. L'hétéroatome est le plus souvent O ou N, mais peut aussi être P ou S.



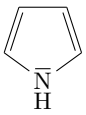
furane



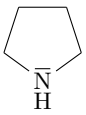
tetrahydrofurane



pyridine



pyrrole



pyrrolidine

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

3 Principales familles de molécules en biochimie

On trouve un très grand nombre de molécules dans les organismes vivants qu'on peut classer en 5 catégories :

- les glucides servent de réserve d'énergie (sucre, amidon) mais ont aussi un rôle dans la structure des organismes (cellulose) ;
- les protéines catalysent les réactions du métabolisme mais ont de nombreux autres rôles (transport, structure, etc) ;
- les lipides forment les membranes des cellules, mais servent aussi de transmetteurs chimiques d'information et constituent un mode de stockage d'énergie ;
- les acides nucléiques servent au stockage de l'information génétique ;
- et le reste (vitamines, coenzymes, pigments, etc).

3.1 Glucides : oses et osides

3.1.1 Les oses

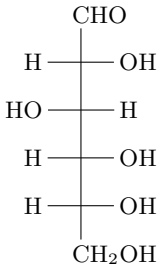
Les oses sont des molécules :

- ayant une chaine carbonée d'au moins 3 atomes de carbone qui porte un groupe carbonyle (= une fonction aldéhyde ou cétone) et au moins 2 groupes hydroxyle (OH),
- et les molécules qui dérivent des précédentes par oxydation de l'aldéhyde (en acide carboxylique) ou par réduction du groupe carbonyle en alcool.

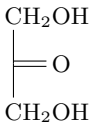
Dans la nature, il existe de nombreux oses caractérisés par la nature de la fonction carbonyle et la longueur de la chaine carbonée.

- Les aldoses (fonction aldéhyde) et les cétoses (fonction cétone).
- Les trioses (3 carbones), les tétroses (4 carbones), les pentoses (5 carbones), les hexoses (6 carbones), les heptoses (7 carbones) etc.

Dihydroxyacétone et glucose

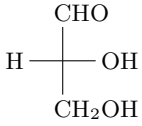


glucose

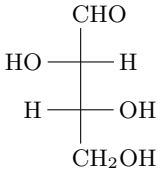


dihydroxyacétone

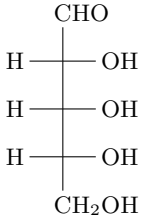
Application 7 : préciser le type d'ose



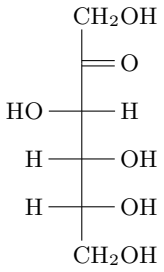
glycéraldéhyde



thréose



ribose



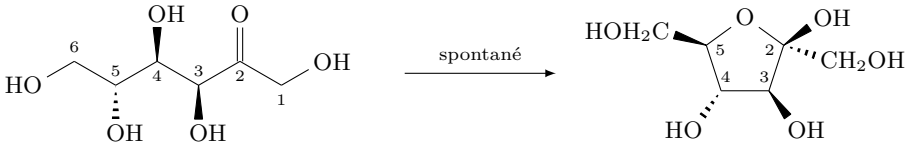
fructose

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

3.1.2 Pyranoses et furanoses

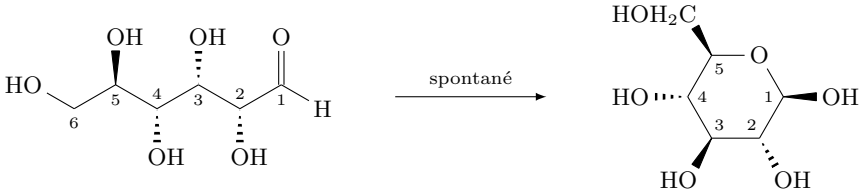
- Dans l'eau, les pentoses et les hexoses existent quasi-exclusivement sous forme cyclique, par réaction spontanée entre leur groupe carbonyle et un de leurs groupes hydroxyle pour former un groupe hémiacétal.
- Les **furanoses** ont un cycle à 5 dont un oxygène, les **pyranoses** ont un cycle à 6 dont un oxygène.
- Dans les aldoses, la fonction hémiacétal est sur le carbone n°1 ; dans les cétoses, elle est sur le carbone n°2.

Formation du β-D-fructofuranose à partir du D-fructose



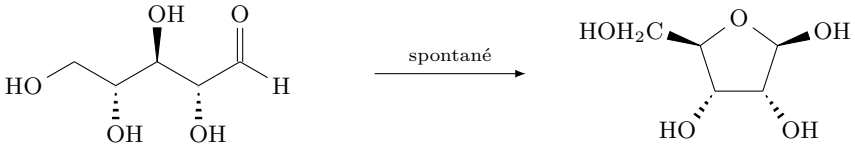
Pour voir la forme du β-D-fructofuranose : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fructose#/media/Fichier:%CE%92-D-Fructofuranose.gif

Formation du β-D-glucopyranose à partir du D-glucose



Pour voir la forme du β-D-glucopyranose : https://fr.wikipedia.org/wiki/Glucose#/media/Fichier:Beta-D-glucose-3D-vdW.png

Application 8 : identifier les atomes qui se lient et numéroter les atomes de carbone dans le D-ribose cyclisé



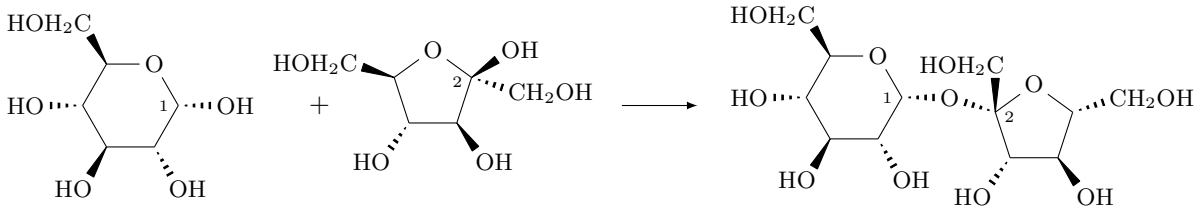
De quel type de cycle s'agit-il ? Le nommer dans le cas du ribose.

3.1.3 Osides

- La fonction hémiactétal d'un ose cyclisé peut réagir avec un groupe hydroxyle OH d'un autre ose pour former une fonction acétal (« liaison osidique »).
- L'association de deux oses donne un dioside (= diholoside = dissaccharide).
- La nomenclature indique le numéro des atomes de carbone au niveau desquels la réaction a lieu.

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

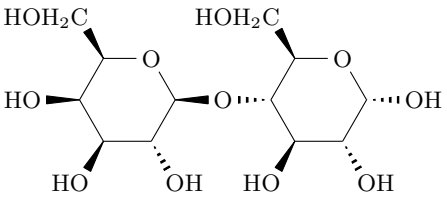
Formation du saccharose



α-D-glucopyranose — β-D-fructofuranose — α-D-glucopyranosyl (1 ↔ 2) β-D-fructofuranoside
Glc (1 ↔ 2) Fru

Pour voir la forme du saccharose : https://fr.wikipedia.org/wiki/Saccharose#/media/Fichier:Sucrose-3D-balls.png

Application 9 : préciser la nomenclature du lactose, association d'un β-D-galactopyranose et d'un α-D-glucopyranose



Ne pas se préoccuper de l'arrangement spatial au niveau de la liaison osidique.

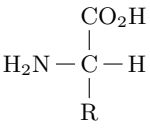
Les polyholosides sont des chaines d'un grand nombre (10^2 à 10^5) d'oses : amylose et amylopectine (constituant de l'amidon), cellulose, etc.

3.2 Acides aminés, peptides et protéines

3.2.1 Les acides aminés

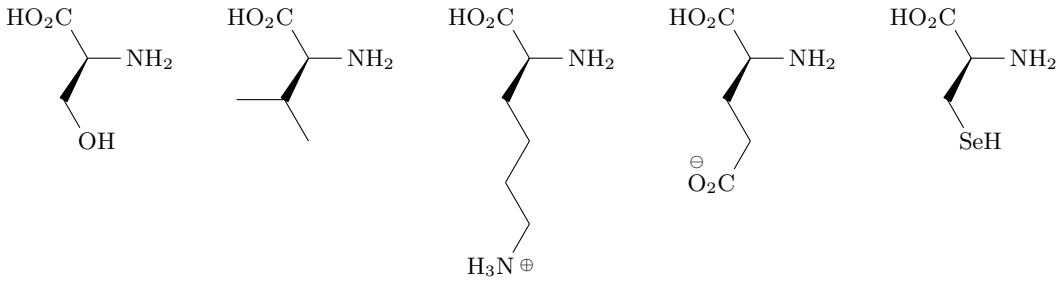
Les acides α-aminés sont des molécules portant sur le même atome de carbone :

- un groupe fonctionnel acide carboxylique,
- un groupe fonctionnel amine,
- un groupe carboné R variable.



Dans le vivant, il existe 22 acides aminés (dont 2 très rares), soit 22 groupes R possibles. La nature de R conditionne les propriétés de l'acide aminé (hydrophile ou hydrophobe, neutre ou chargé, acide ou basique). La liste complète est en annexe 4.1.

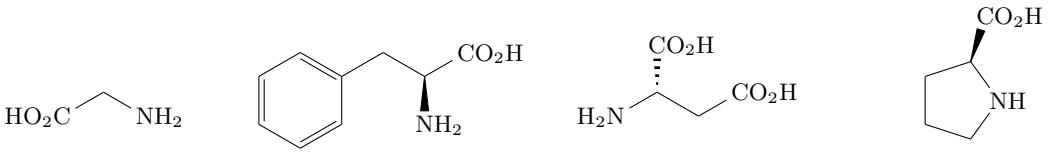
Quelques acides α-aminés



sérine — valine — lysine — acide glutamique — sélénocystéine

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Application 10 : identifier le groupe R dans les acides aminés

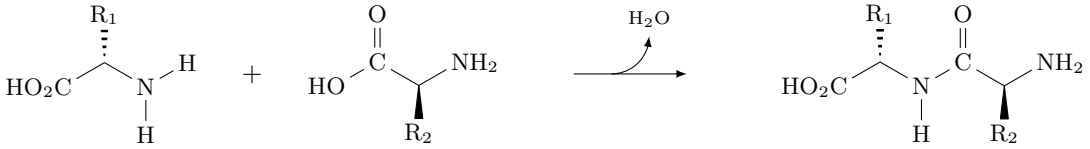


glycine | phénylalanine | acide aspartique | proline

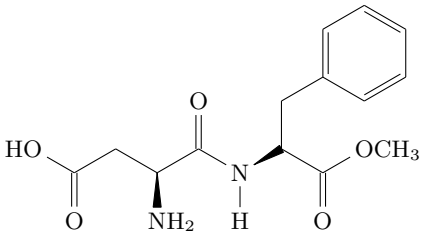
3.2.2 Peptides et protéines

- Le groupe acide carboxylique d'un acide aminé peut réagir avec le groupe amine d'un autre acide aminé pour former une fonction amide (« liaison peptidique »).
- Les molécules formées sont des peptides : dipeptides, tripeptides, polypeptides (jusqu'à quelques centaines d'acides aminés).
- Les protéines sont des assemblages de polypeptides et de structures moléculaires variées (métaux, hème...).

Association de deux acides aminés



Application 11 : identifier les deux groupes R dans l'aspartame, un dipeptide



Dans ce dipeptide, le groupe acide terminal est sous forme d'un ester C(= O)OCH_3.

3.3 Lipides

Les lipides constituent un groupe hétérogène de molécules ayant en commun d'avoir une longue chaine hydrocarbonée les rendant très insolubles dans l'eau. On les classe généralement en 8 groupes, dont :

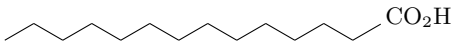
- les acides gras saturés ou insaturés,
- les glycérides et phosphoglycérides,
- les stérols,
- les prénols,
- liste non limitative.

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Acides gras

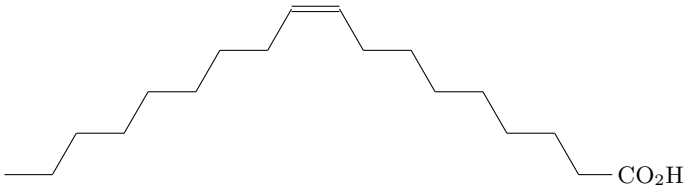
Exemple d'acide gras saturé : acide myristique $H_3C(CH_2)_{12}CO_2H$.

Pour voir sa forme : https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_gras#/media/Fichier:Myristic-acid-3D-vdW.png

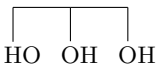


Exemple d'acide gras insaturé : acide oléique $H_3C(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7CO_2H$.

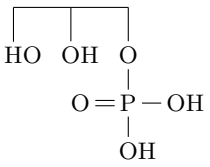
Pour voir sa forme : https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_gras#/media/Fichier:Oleic-acid-3D-vdW.png



Les triglycérides sont obtenus par estérification du glycérol par un, deux ou trois acides gras (monoglycérides, diglycérides, triglycérides), ou du glycérol-3-phosphate.

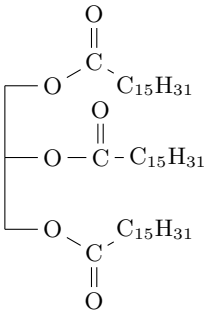


glycérol

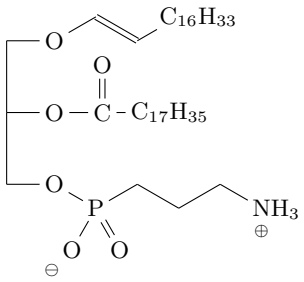


glycérol-3-phosphate

Glycérides et phosphoglycérides

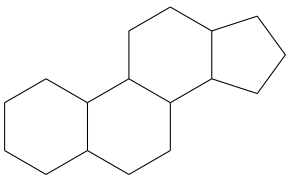


triglycéride
(tripalmitylglycérol)



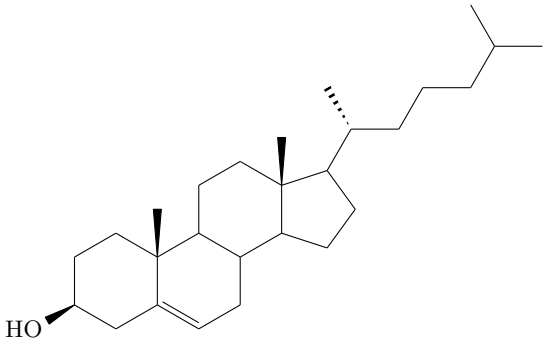
phosphoglycéride
(un plasmalogène)

Les stérols sont des dérivés du stérane.

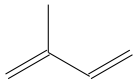


Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

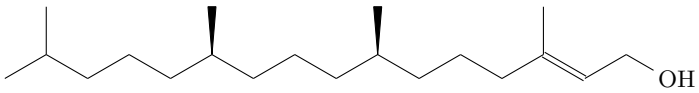
Le cholestérol est un stérol



Les prénols sont des alcools à longues chaines d'unités isoprène (2-méthylbut-1,3-diène).



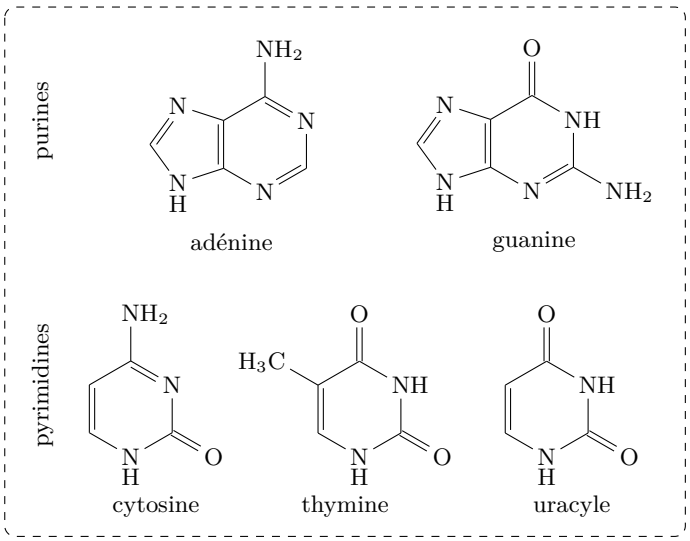
Le phytol est un prénol en C_{20}

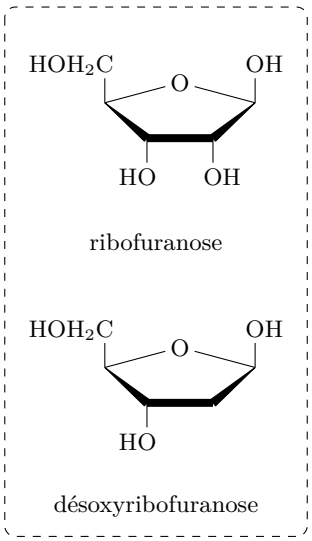


3.4 Nucléosides, nucléotides et acides nucléiques

3.4.1 Nucléosides

Les nucléosides sont constitués de l'association du ribofuranose ou du désoxyribofuranose avec une base nucléique (= base azotée). Les bases nucléiques sont des molécules dérivées de la purine ou de la pyrimidine ; il y en a 5 principales (liste en annexe 4.2), et une dizaine avec des bases plus rares.



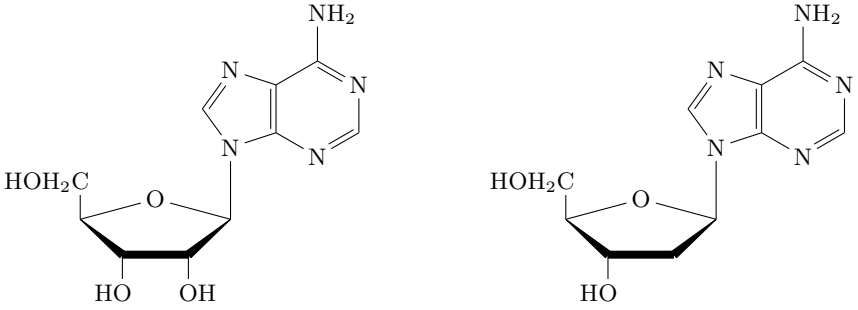


Les nucléosides ont un nom spécifique (on rajoute le préfixe désoxy si le sucre est le désoxyribose) :

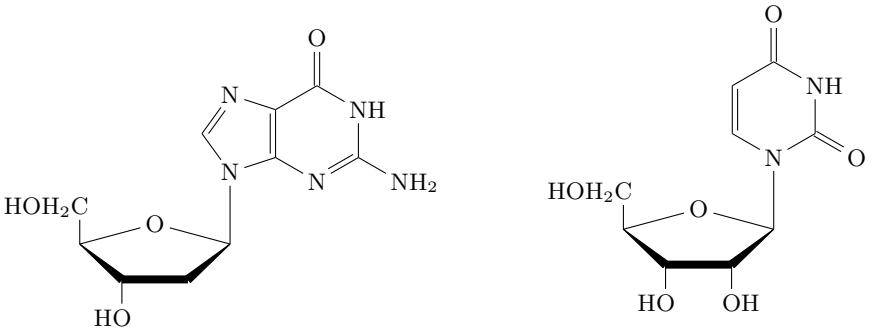
- adénosine et guanosine,
- thymidine, cytidine et uridine.

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

L'adénosine (un ribonucléoside) et la désoxyadénosine (un désoxyribonuléoside)

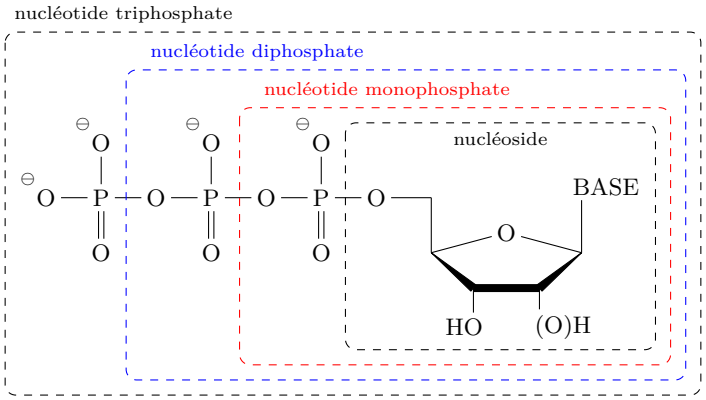


Application 12 : identifier le sucre et la base nucléique puis donner le nom



3.4.2 Nucléotides

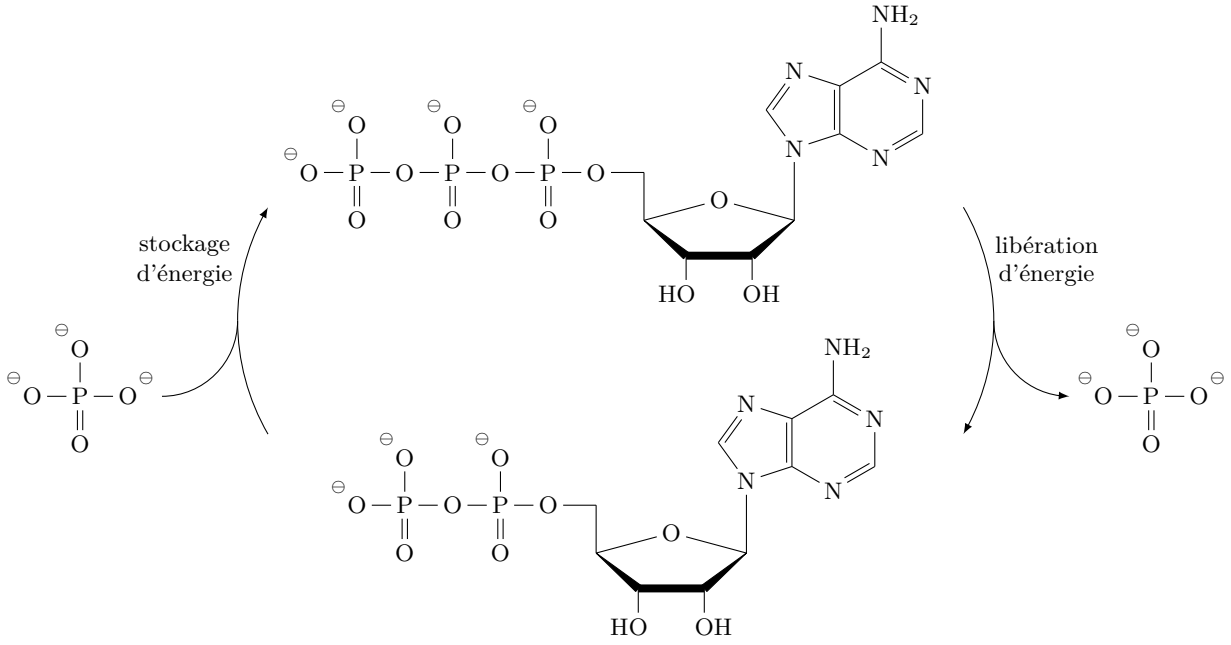
Un nucléotide est un nucléoside lié à un groupe phosphate, diphosphate ou triphosphate. Dans l'eau, chaque groupe phosphate porte une charge négative et une supplémentaire pour celui à l'extrémité de la chaine.



L'énergie nécessaire aux réactions du métabolisme est fournie par l'hydrolyse de l'adénosine triphosphate (ATP) en adénosine diphosphate (ADP).

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Interconversion d'ADP en ATP

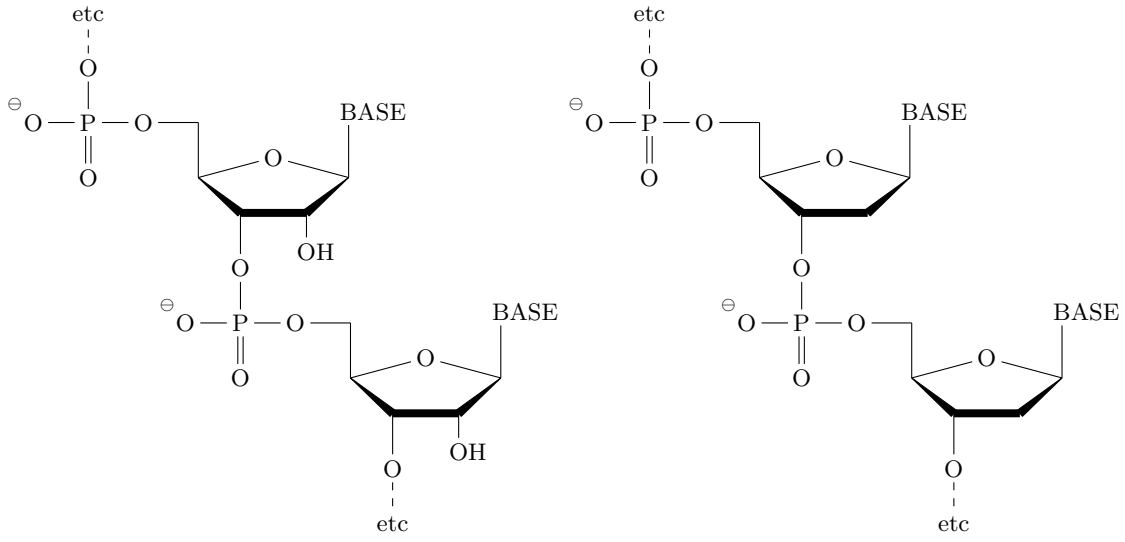


3.4.3 Acides nucléiques

Les acides nucléiques sont issus de l'association d'un très nombre de nucléotides monophosphate.

- L'ARN (acide ribonucléique) est constitué d'un enchainement de ribonucléotides monophosphate, chacun portant une base nucléique parmi A, G, C et U.
- L'ADN (acide désoxyribonucléique) est assemblage de deux brins, constitué chacun d'un enchainement de déoxyribonucléotides monophosphate, chacun portant une base nucléique parmi A, G, C et T. Les deux brins sont associés l'un à l'autre selon une forme en double hélice.
- L'enchainement des bases azotées est le support de l'information génétique.

Structure d'un brin d'ARN et d'un brin d'ADN



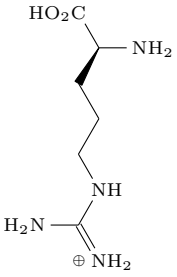
Pour visualiser la double hélice de l'ADN :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_d%C3%A9soxyribonucl%C3%A9ique#/media/Fichier:DNA_structure_and_bases_FR.svg
et : https://en.wikipedia.org/wiki/DNA#/media/File:DNA_Structure+Key+Labelled.pn_NoBB.png

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

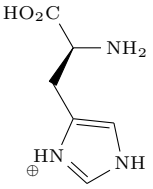
4 Annexes

4.1 Les acides α-aminés courants

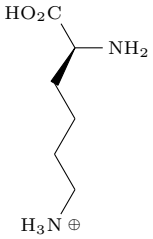
chaine latérale chargée



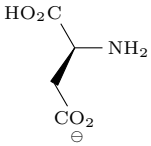
arginine Arg



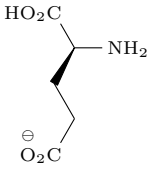
histidine His



lysine Lys

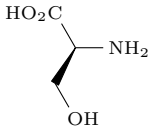


acide aspartique Asp

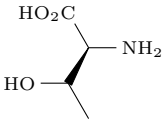


acide glutamique Glu

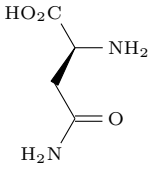
chaine latérale non chargée polaire



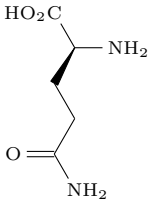
sérine Ser



thréonine Thr

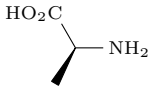


asparagine Asn

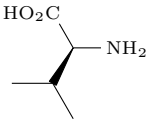


glutamine Gln

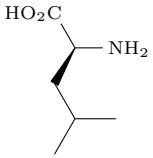
chaine latérale apolaire



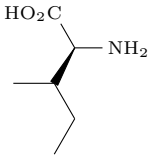
alanine Ala



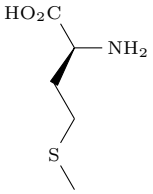
valine Val



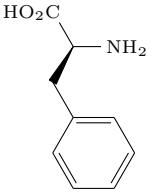
leucine Leu



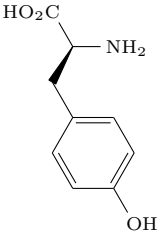
isoleucine Ile



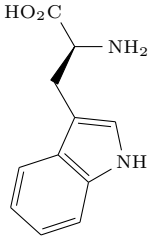
méthionine Met



phénylalanine Phe

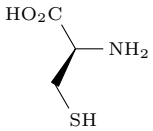


tyrosine Tyr

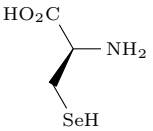


tryptophane Trp

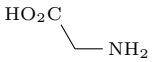
autres cas



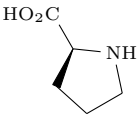
cystéine Cys



sélénocystéine Sec



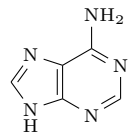
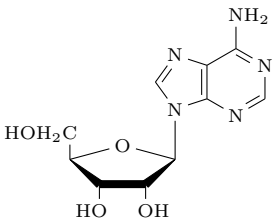
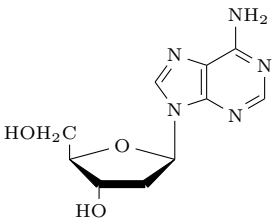
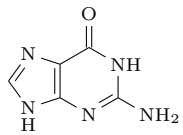
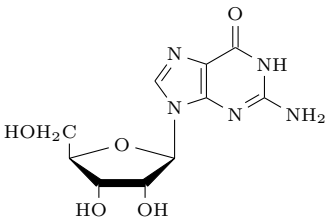
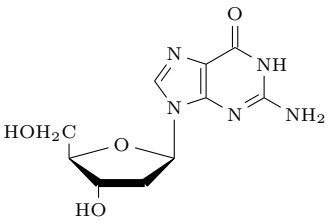
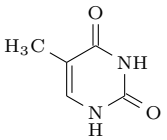
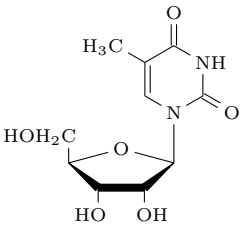
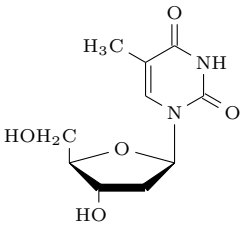
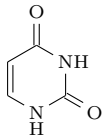
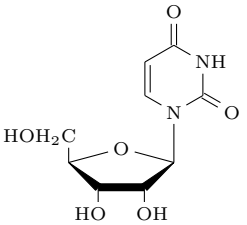
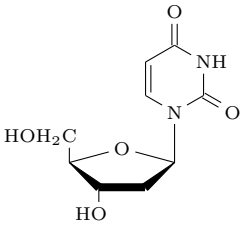
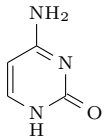
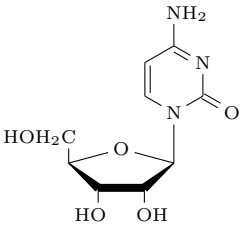
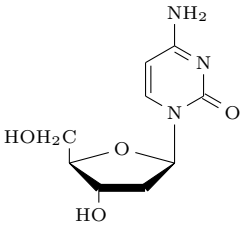
glycine Gly



proline Pro

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

4.2 Les nucléosides courants

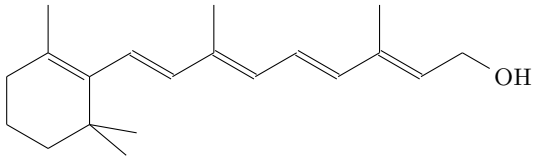
 adénine	 adénosine A	 désoxyadénosine dA
 guanine	 guanosine G	 désoxyguanosine dG
 thymine	 thymidine T	 désoxythymidine dT
 uracile	 uridine U	 désoxyuridine dU
 cytosine	 cytidine C	 désoxycytidine dC

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Exercices

Exercice 1 : le rétinol

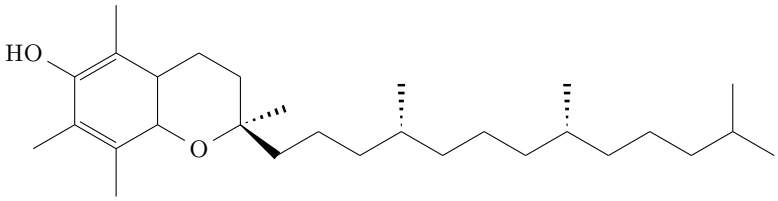
Le rétinol est la vitamine A ; sa formule est donnée ci-dessous.



1. Déterminer la formule brute du rétinol.
2. À quelle famille de composés appartient-il ? Donner une réponse aussi précise que possible.

Exercice 2 : l'α-tocophérol

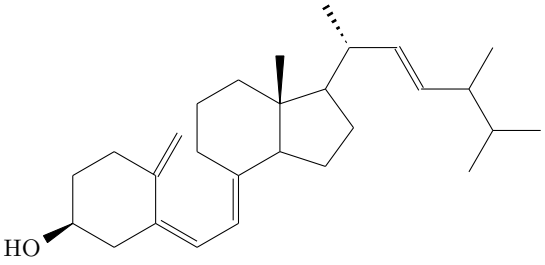
L'α-tocophérol est la vitamine E ; sa formule est donnée ci-dessous.



1. Quelles sont les fonctions chimiques présentes dans l'α-tocophérol ?
2. À quelle famille de composés appartient-il ?

Exercice 3 : l'ergocalciférol

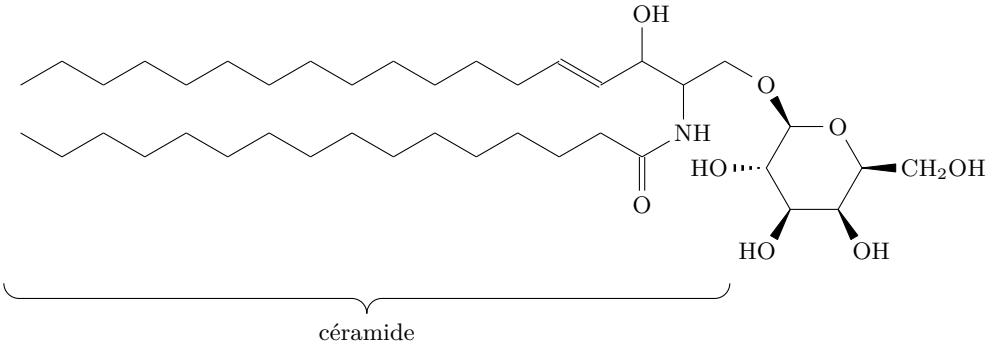
L'ergocalciférol est la vitamine D2. Sa formule est donnée ci-contre.



À quelle famille de composé appartient-il ? Donner une réponse aussi précise que possible.

Exercice 4 : les galactocérébrosides

Les galactocérébrosides sont des molécules qui jouent un rôle dans le fonctionnement du cerveau. La structure de l'un d'entre eux est donnée ci-dessous.

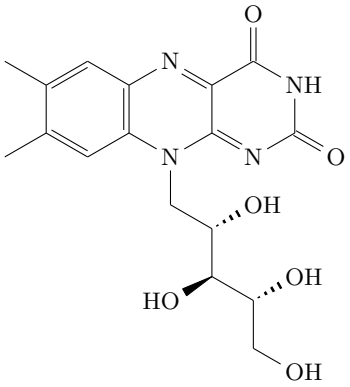


Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

1. Dans quelle famille peut-on ranger la partie gauche de la molécule (partie céramide) ?
2. Dans quelle famille peut-on ranger la partie droite de la molécule ?

Exercice 5 : la riboflavine

La riboflavine est la vitamine B2, dont la formule est donnée ci-dessous.



1. Quelle fonctions chimiques peut-on identifier dans la partie supérieure de la molécule (partie flavine) ?
2. À quelle famille de composés la partie inférieure appartient-elle ? Décrire la modification que ce composé a subi.

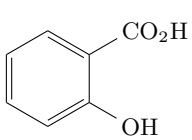
Exercice 6 : la salicyline

L'acide acétylsalicylique est le principe actif de l'aspirine. Il est obtenu par l'estérification de l'acide salicylique, un composé naturellement présent dans l'écorce du saule, avec l'acide éthanoïque. Le bilan d'une estérification est le suivant :

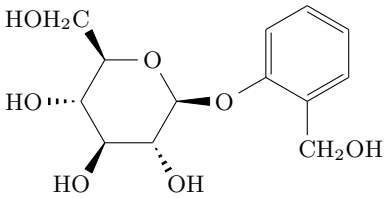
1. Identifier les groupes fonctionnels présents dans l'acide salicylique.
2. Quel est celui qui réagit avec l'acide éthanoïque pour réaliser une estérification ? En déduire la formule topologique de l'acide acétylsalicylique.

La salicyline est un composé qu'on trouve aussi dans l'écorce du saule blanc qui a des effets proches de ceux de l'acide salicylique ; en effet, dans l'organisme, il est métabolisé en acide salicylique.

3. De quelle famille de molécules biologiques la salicyline est-elle un dérivé ?
4. Par quel type de fonction chimique les deux parties de la molécule sont-elles reliées ?



acide salicylique

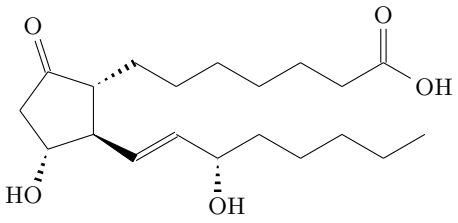


salicyline

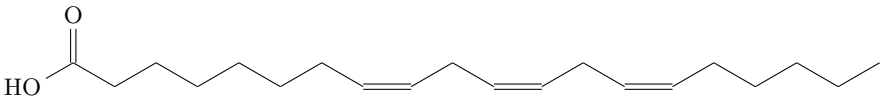
Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Exercice 7 : la prostaglandine E_1

La prostaglandine E_1 ci-dessous est un principe actif servant dans le traitement des troubles de l'érection.



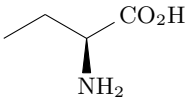
Comme toutes les prostaglandine de la série 1, elle est formée à partir de l'acide dihomo-γ-linoléique ci-dessous.



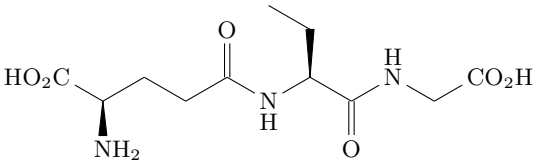
1. Dans quelle famille de composés biologiques peut-on ranger ces deux molécules ? Donner une réponse aussi précise que possible pour l'acide dihomo-γ-linoléique.
2. Donner le nom de l'acide dihomo-γ-linoléique en nomenclature systématique. On précise que l'alcane à 20 atomes de carbone s'appelle l'icosane.
3. Déterminer la formule brute de la prostaglandine E_1. Faire le lien avec l'acide dihomo-γ-linoléique.

Exercice 8 : l'acide ophtalmique

1. Donner le nom de l'acide α-aminobutyrique en nomenclature systématique.
2. À quelle famille l'acide ophtamique appartient-il ? Donner une réponse aussi précise que possible. Identifier les trois molécules à partir desquelles l'acide ophtalmique est formé. Sont-elles toutes les trois classiques pour ce genre de composé ? À l'aide d'une table, identifier certaines d'entre elles.
3. Les liaisons reliant ces trois motifs sont-elles habituelles pour ce genre de composés ?



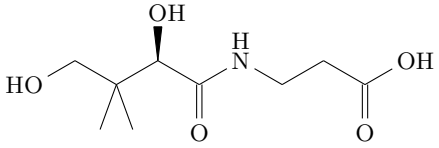
acide α-aminobutyrique



acide ophtalmique

Exercice 9 : l'acide pantothénique

L'acide pantothénique est la vitamine B5, dont la formule est donnée ci-dessous. Il est constitué de deux parties reliées par une fonction amide (liaison peptidique).



1. Écrire les deux molécules qui, par réaction l'une avec l'autre, forment la fonction amide.
2. Identifier celle qui correspond à l'acide pantoïque.
3. L'autre est un acide β-aminé, la β-alanine. En quoi un acide β-aminé diffère-t-il d'un acide α-aminé ?

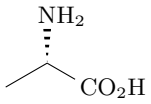
Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Travaux dirigés

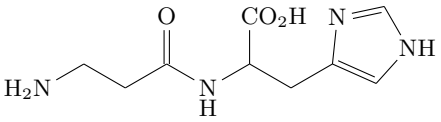
Exercice 1 : l'alanine et la carnosine

L'alanine est un composé indispensable au fonctionnement de tous les êtres vivants. La carnosine se forme lors de la digestion des viandes et aurait un rôle antioxydant ; elle est l'association de deux molécules.

1. À quelle famille de molécules l'alanine appartient-elle ?
2. Donner son nom complet.
3. Déterminer sa formule moléculaire.



L-alanine



carnosine

4. Écrire les représentations topologiques deux molécules constitutives de la carnosine. Par quel type de liaison sont-elles associées ?
5. À l'aide d'une table, identifier la molécule constituant la partie droite de la carnitine. Identifier d'autre part la molécule constituant la partie gauche.

Exercice 2 : Le bombykol

Le bombykol est une phéromone sexuelle du bombyx, le mâle du ver à soie, dont le nom en nomenclature systématique est : hexadéca-10,12-dièn-1-ol.

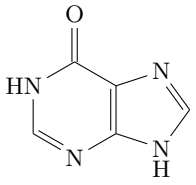
1. Dessiner le bombykol en représentation topologique. On précise que la désinence *hexadéca* correspond à une chaine à 16 atomes.
2. À quelle famille de composés biologiques le bombykol appartient-il ?

Exercice 3 : détermination d'un nucléotide inconnu

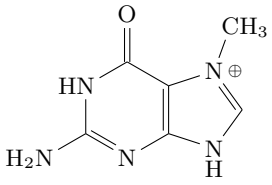
L'analyse centésimale consiste à mesurer expérimentalement les pourcentages en masse de chaque élément dans une molécule inconnue. Par ailleurs, il est possible de mesurer expérimentalement la masse molaire d'une molécule sans connaitre sa formule brute, grâce à différentes techniques.

On souhaite déterminer la structure d'une base azotée mineure, disponible sous la forme de son nucléotide monophosphate, qui est un dianion. La masse molaire mesurée est $M = 346{,}2\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$, et l'analyse centésimale donne les pourcentages massiques suivants : $34,7\%$ de C, $3,2\%$ de H, $16,2\%$ de N et $8,9\%$ de P.

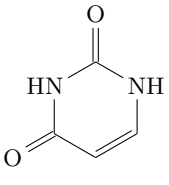
1. Représenter la structure schématique d'un nucléotide monophosphate.
2. Établir l'expression du pourcentage massique d'un élément dans la molécule en fonction de la masse molaire de la molécule, de la masse molaire d'un élément et du nombre d'atomes de cet élément présent dans la molécule.
3. En déduire la formule moléculaire du nucléotide monophosphate sous la forme : $\mathrm{C}_x\mathrm{H}_y\mathrm{N}_z\mathrm{O}_w\mathrm{P}^{2-}$.
4. Déterminer la nature de la base azotée parmi la liste ci-dessous.
5. Le nucléotide monophosphate est-il un ribonucléotide ou un désoxyribonucléotide ?



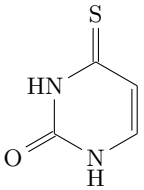
hypoxanthine



7-méthylguanidine



pseudouracile

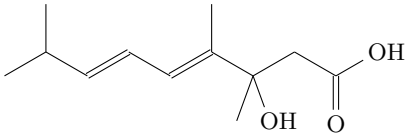


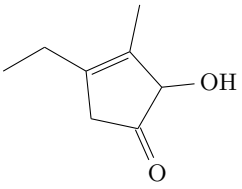
4-thiouracile

Strictement réservé aux élèves de BCPST du lycée Fénelon (Paris).
Toute utilisation commerciale est interdite.

Exercice 4 : nomenclature

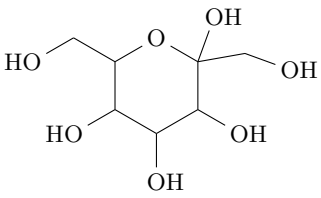
Donner les noms en nomenclature systématique des deux molécules suivantes.

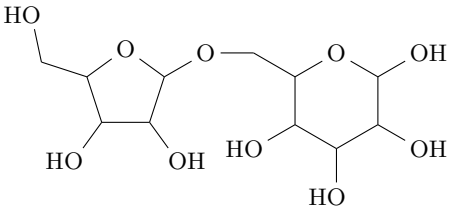




Exercice 5 : formes cyliques des oses et des polyosides

1. Déterminer la forme ouverte du sucre ci-dessous à gauche. Préciser si sa nature (aldose ou cétose, triose, tétrose, etc).





2. Identifier les deux sucres constituant le dioside ci-dessus à droite, et préciser la nature de chacun d'entre eux.