



UE1

5^e édition

Biochimie

1^{re} année santé

Simon Beaumont

Professeur de biochimie et biologie moléculaire en L1 santé au CAPPEC de Lille, professeur agrégé de chimie en classe préparatoire au lycée Sainte Marie de Beaucamps-Ligny



Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2018
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com

© Dunod, Paris, 2005 pour la 1^{re} édition,
2007 pour la 2^e édition
2010 pour la 3^e édition

ISBN 978-2-10-076334-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^e et 3^e a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Avant propos

XIV

Partie 1 : Les glucides

Chapitre 1

Représentation des monosaccharides 2

- 1. Représentations et formules des sucres 3
- 2. Les formes linéaires 4
- 3. L'épimérie 5
- Exercices et QCM corrigés 7

Chapitre 2

Les formes cyclisées des sucres 12

- 1. Cyclisation des aldohexoses 13
- 2. Cyclisation des cétohexoses 15
- 3. Mutarotation des oses 15
- QCM corrigés 16

Chapitre 3	
Les dérivés des sucres	20
■ 1. Les osamines	20
■ 2. Les acides uroniques	21
■ 3. Les acides aldoniques provenant de l'oxydation de la fonction aldéhyde	21
■ 4. Les polyols	22
■ 5. Les acides sialiques (acides neuraminiques)	22
■ 6. Vitamine C (acide ascorbique)	23
■ 7. Acides muramiques	24
■ 8. Glucose phosphaté	24
■ QCM corrigés	25

Chapitre 4	
Les disaccharides	29
■ Structures des principaux disaccharides	29
■ QCM corrigés	32

Chapitre 5	
Les polyosides Les homoglycannes	35
■ Structures des homoglycannes	35
■ QCM corrigés	39

Chapitre 6	
Les polyosides Les hétéroglycannes	43
■ 1. Les hétéroglycannes	43
■ 2. Les protéoglycannes	44
■ 3. Les liposaccharides	48
■ QCM corrigés	50

Partie 2 : Les lipides

Chapitre 7	
Glycérides et acides gras	56
■ 1. Structure des lipides	56
■ 2. Les lipides énergétiques	57
■ 3. Les cires	64
■ QCM corrigés	65
Chapitre 8	
Stockage et rôles des triglycérides	72
■ 1. Adipocytes blancs	72
■ 2. Adipocytes bruns	73
■ 3. Stockage énergétique sous forme de triglycérides	74
■ 4. Triglycérides et alimentation	75
■ 5. Triglycérides et savons	75
■ 6. Hydrolyse des triglycérides issus de l'alimentation	76
■ QCM corrigés	78
Chapitre 9	
Les glycérophospholipides (GPL) et dérivés	85
■ 1. Les glycérophospholipides	85
■ 2. Dérivés des GPL	87
■ 3. Mode d'action des phospholipases	89
■ QCM	89

Chapitre 10

Les sphingolipides

90

- 1. Structures générales **90**
- 2. Dégradation de certaines molécules. Pathologies **92**
- QCM corrigés **93**

Chapitre 11

Le cholestérol

104

- 1. Structures du cholestérol et de ses précurseurs **104**
- 2. Les sels biliaires **107**
- 3. Hormones stéroïdiennes **109**
- QCM corrigés **111**

Chapitre 12

Lipides messagers Les dérivés du phosphatidyl inositol

116

- 1. Schéma général **116**
- 2. Transmission de l'information par les récepteurs hormonaux **117**
- 3. Action des messagers secondaires dans la cellule **118**
- 4. Un exemple d'action : la coagulation sanguine **119**
- QCM corrigés **120**

Chapitre 13

Lipides messagers Les éicosanoïdes

122

- 1. Obtention de l'acide arachidonique **123**
- 2. Les prostaglandines (voie des cyclo-oxygénases ou Cox) **123**
- 3. Les leucotriènes (voie de la lipo-oxygénase) **125**
- 4. Mode d'action des anti-inflammatoires **126**
- QCM corrigés **127**

Chapitre 14

Les lipides circulants

■ 1. Les acides gras libres (AGL)	131
■ 2. Les lipoprotéines	132
■ QCM corrigés	135

Chapitre 15

Les vitamines apparentées aux lipides

■ 1. Vitamine A (ou rétinol)	140
■ 2. Vitamine E (ou α-tocophérol)	142
■ 3. Vitamines D (ou calciférol)	143
■ 4. Vitamines K (ou phylloquinone)	144
■ QCM corrigés	146

Partie 3 : Acides aminés et protéines

Chapitre 16

Acides aminés

■ 1. Caractéristiques physico-chimiques	153
■ 2. Variétés des AA	153
■ 3. Propriétés acido-basiques des AA	157
■ 4. Propriétés spectroscopiques des AA	160
■ 5. Séparation et identification des différents AA	161
■ QCM corrigés	163

Chapitre 17

Dérivés des acides aminés

■ 1. Histamine, dérivée de l'histidine	170
■ 2. Catécolamines, dérivées de la phénylalanine	171

■ 3. Sérotonine, dérivée du Trp	172
■ 4. Mélatonine, dérivée du Trp	173
■ 5. Autre amine : éthanolamine, dérivée de la Ser	173
■ 6. Acétylcholine, dérivée de la Ser	174
■ 7. Autres neurotransmetteurs	174
■ 8. L'urée	175
■ 9. Créatine et ses dérivés	175
■ 10. Autres dérivés	175
■ QCM corrigés	177

Chapitre 18

Le monoxyde d'azote

179

■ 1. Réactivité chimique du NO : sa dégradation	179
■ 2. Synthèse du NO	180
■ 3. Action physiologique du NO	181
■ 4. Historique des médicaments, application médicale	183
■ QCM corrigés	184

Chapitre 19

Peptides

187

■ 1. Insuline (et glucagon)	188
■ 2. Le glutathion	189
■ 3. La pénicilline	190
■ 4. Les hormones peptidiques de l'antéhypophyse	190
■ 5. Autres peptides impliqués dans la régulation de la douleur	193
■ 6. Les peptides vasoactifs	194
■ 7. L'endothéline	196

■ 8. Peptide natriurétique ; ANF (<i>Atrial Natriurétique Factor</i>)	196
■ 9. Aspartame	196
■ 10. Ocytocine	197
■ 11. <i>Tyroid releasing factor</i> TRF ou TRH (Hormone), ou thyroolibérine	197
■ QCM corrigés	198

Chapitre 20

Structure tridimensionnelle des protéines 203

■ 1. Structure primaire	203
■ 2. Interactions intervenants dans le repliement des protéines	206
■ 3. Structure secondaire	207
■ 4. Structure supersecondaire	211
■ 5. Structure tertiaire ou tridimensionnelle	211
■ 6. Structure quaternaire	213
■ 7. Principaux types de protéines	213
■ QCM corrigés	218

Chapitre 21

Les hémoprotéines 229

■ 1. L'hème (groupement prosthétique)	230
■ 2. Les chaînes protéiques	230
■ 3. Les liaisons de coordination	231
■ 4. Formation de la sixième liaison de coordination	232
■ 5. Intoxication par le monoxyde de carbone CO (100 - 1 000 ppm)	233
■ 6. Couleur du sang	233

■ 7. Courbes d'oxygénation	233
■ 8. Restitution du dioxygène par l'Hb	235
■ 9. Phénomène de coopérativité positive	235
■ 10. Phénomène allostérique	235
■ 11. Les effecteurs allostériques	236
■ 12. Pathologies	237
■ 13. Modifications physiologiques de l'hémoglobine	238
■ QCM corrigés	240

Partie 4 : Les immunoglobulines

Chapitre 22	
Les immunoglobulines	250
■ 1. Les immunoglobulines (Ig)	251
■ 2. Le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH)	257
■ QCM corrigés	259

Partie 5 : Les enzymes

Chapitre 23	
Étude thermodynamique du mode d'action	268
■ 1. Nomenclature	268
■ 2. Mécanisme moléculaire	269
■ 3. Aspect énergétique	270
■ QCM corrigés	272
Chapitre 24	
Étude cinétique	278
■ 1. Rappel de la cinétique d'une réaction chimique catalysée	278
■ 2. Signification de V_{\max}	280



■ 3. Signification de K_M	281
■ 4. Signification de k_3	281
■ 5. Signification de k_3/K_M	281
■ QCM corrigés	282

Chapitre 25

Les effecteurs

288

■ 1. Les effecteurs physiques	288
■ 2. Les effecteurs chimiques	290
■ Exercices et QCM corrigés	297

Chapitre 26

Régulation des enzymes

304

■ 1. Régulation par phosphorylation : la glycogène phosphorylase	304
■ 2. Contrôle par clivage protéolytique	306
■ 3. Les isoenzymes	306
■ QCM corrigés	308

Chapitre 27

Les enzymes allostériques

311

■ 1. Mode d'action	311
■ 2. Structure des enzymes allostériques	313
■ 3. Courbe de Hill	313
■ 4. Action des effecteurs allostériques	314
■ 5. Le modèle allostérique	314
■ 6. Exemple : cas de la glycogène phosphorylase	315
■ QCM corrigés	317

Chapitre 28

Les coenzymes 320

- 1. Coenzymes des oxydoréductases 321
- 2. Coenzymes des réactions d'hydroxylation 323
- 3. Coenzymes des transférases 324
- QCM corrigés 327

Partie 6 : Le métabolisme

Chapitre 29

La dégradation des glucides et la glycolyse 330

- 1. Digestion des glucides 330
- 2. Absorption des glucides 331
- 3. La glycolyse 333
- QCM corrigés 343

Chapitre 30

Néoglucogenèse 346

- 1. Formation du glucose à partir du pyruvate 346
- 2. Substrats de la néoglucogenèse 348
- QCM corrigés 351

Chapitre 31

Métabolisme du glycogène 353

- 1. Glycogénogenèse 353
- 2. Glycogénolyse 355
- QCM corrigés 356



Chapitre 32	
Cycle de Krebs	359
■ 1. Étude des différentes étapes du cycle	359
■ 2. Bilan du cycle de Krebs	363
■ 3. Interconnexions et régulations du cycle de Krebs	364
■ QCM corrigés	367
Chapitre 33	
Lipolyse et β-oxydation	371
■ 1. La β -oxydation	371
■ 2. Formation des acyls-CoA	372
■ 3. Pénétration des acyls-CoA dans la mitochondrie	372
■ 4. Les quatre étapes de la β -oxydation	373
■ 5. Bilan énergétique de la β -oxydation	375
■ QCM corrigés	377
Chapitre 34	
Métabolisme des acides aminés et cycle de l'urée	379
■ 1. Hydrolyse des protéines	379
■ 2. Métabolisme des acides aminés	381
■ 3. Les voies d'élimination de l'azote	390
■ QCM corrigés	394
Index	397

Avant propos

La biochimie est à la frontière de plusieurs disciplines et nécessite de ce fait des connaissances tant générales que particulières ; c'est ce qui la rend à la fois intéressante et délicate à enseigner. Elle nécessite en effet de s'intéresser tant à la biologie, qu'à la chimie pure et à la chimie organique.

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants préparant la PACES, puisqu'il reprend toutes les bases de la biochimie structurale, avec quelques incursions dans la biochimie métabolique. Toutes les bases nécessaires, quelle que soit la faculté de médecine que l'étudiant fréquente, sont regroupées dans cet ouvrage et lui seront utiles et profitables.

Après des rappels de cours essentiels, des QCM corrigés permettent de tester la compréhension, mais également de se familiariser avec des pièges classiques de ce mode d'interrogation. Il ne faut donc pas tenter d'apprendre par cœur les réponses, mais au contraire de les comprendre, car un simple changement dans l'intitulé du QCM peut profondément modifier la réponse à apporter. Ces QCM sont d'ailleurs tirés d'annales de concours, pour la plupart de la faculté de médecine de Lille, pour les autres conçus pour balayer le plus largement possible le programme. L'étudiant trouvera ainsi près de 1 000 questions corrigées pour préparer le mieux possible son concours.

Des compléments de cours (annexes), regroupant surtout des notions d'atomistique, de chimie générale et organique ont été placés à la fin de l'ouvrage pour permettre d'approfondir les points les plus importants.

Dans cette nouvelle édition entièrement revue, l'accent a été porté sur les conseils méthodologiques concernant le concours de la PACES, ainsi que sur les pièges à éviter. Des figures et des compléments de cours ont également été ajoutés, ainsi qu'un bon nombre de QCM corrigés. Enfin, la présentation générale a été remaniée pour rendre les contenus encore plus lisibles.

Cet ouvrage sera également utile à toute personne désirant ouvrir la chimie pure et fondamentale au domaine de la biologie, et trouver ainsi des exemples pour illustrer des phénomènes et réactions souvent abstraites pour les étudiants.

J'espère enfin que cet ouvrage permettra au plus grand nombre la réussite dans leurs études, et leur souhaite bon courage.

Je tiens particulièrement à remercier les éditions Dunod pour leur aide et leurs conseils lors de la réalisation de cet ouvrage.

Simon Beaumont



Partie 1

Les glucides

Nous étudierons les sucres simples, appelés également *oses simples* ou *monosaccharides*, sous leur forme linéaire (Chap. 1), puis sous leur forme cyclique (Chap. 2). Ces sucres simples peuvent subir de nombreuses réactions dans l'organisme et former des molécules dérivées (Chap. 3). Ils peuvent également rentrer dans la composition de molécules plus complexes : les disaccharides (Chap. 4) et les polysaccharides (Chap. 5). Des molécules beaucoup plus complexes vont ensuite combiner ces sucres avec des protéines ou des lipides (Chap. 6).

Représentation des monosaccharides

Plan

1. Représentations et formules des sucres
2. Les formes linéaires
3. L'épimérie

Synthèse

Exercices et QCM

Corrigés

Objectifs

- Connaître les deux familles de monosaccharides
- Maîtriser la représentation de Fischer des sucres
- Connaître les différentes formes d'isoméries liées aux sucres

De formule brute générale $C_n(H_2O)_n$, il existe plusieurs grandes variétés de sucres¹ :

- les sucres simples : monosaccharides ou oses ;
- les oligosaccharides : de 2 à plusieurs unités ;
- les polysaccharides de plusieurs milliers d'unités ;
- les hétérosaccharides constitués de molécules de sucre liées à d'autres types de molécules (protéines, lipides par exemple) ;
- les dérivés des oses qui correspondent souvent à des sucres ayant subi des réactions chimiques (oxydations, réductions) sur une de leur fonction.

Ce sont des molécules très hydrophiles (polaires) grâce aux fonctions alcools primaires et secondaires².

Les oses ont une fonction réductrice qui est une fonction carbonyle :

- aldéhydique : les sucres sont des aldoses ;
- cétonique : les sucres sont alors des cétooses.

Si un aldose et un cétoose possèdent la même formule brute, ils sont alors isomères de fonction.

1. Cette formule brute explique que les sucres ont été longtemps appelés hydrates de carbone.

2. La classe d'une fonction s'identifie en observant le carbone porteur de la fonction et en comptant à combien d'autres atomes de carbone il est lié (par exemple, s'il est lié à deux carbones, le composé est secondaire).

■ 1. Représentations et formules des sucres

La représentation des sucres utilise des conventions liées à la chimie, et d'autres spécifiques à la biochimie.

On dispose notamment de la représentation de Fischer qui permet de classer les oses en deux séries, D ou L.

Ces rappels seront faits sur le sucre le plus important, le glucose.

La représentation de Cram vue au lycée n'est utilisable que pour des molécules possédant une structure simple; or les oses étant constitués d'un squelette carboné de 3 à 6 atomes de carbone, cette représentation est beaucoup trop lourde.

Fischer a donc proposé une représentation simple, mais qui obéit à des règles précises (Fig. 1.1) :

- on place la molécule de sucre avec la fonction réductrice vers le haut ;
- on place la chaîne carbonée de telle sorte qu'elle nous apparaisse convexe (sur la molécule II ci dessous, l'observateur doit observer la molécule depuis la droite);
- on écrase ensuite la molécule comme avec un rouleau à pâtisserie, et on obtient les fonctions hydroxyle réparties soit à droite, soit à gauche de la chaîne carbonée.

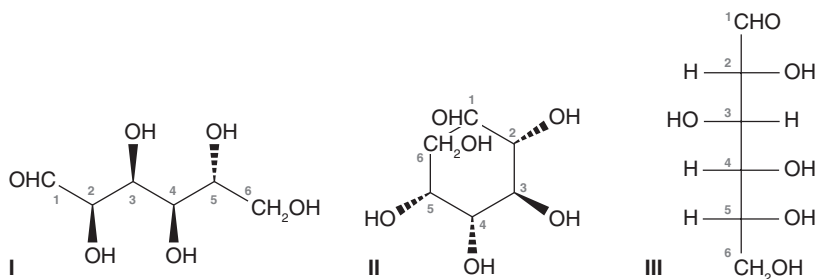


Figure 1.1 Représentations du glucose utilisant successivement la représentation de Cram (I et II), et la projection de Fischer (III).

On classe ensuite les sucres d'après la position de l'hydroxyle porté par l'avant-dernier carbone; vers la droite, le sucre est de série D, vers la gauche, le sucre est de série L. Il est à noter que la plupart des sucres naturels sont de la série D.¹

■ Remarque

Nous verrons une autre représentation des sucres lorsque ceux-ci subissent une cyclisation. ■

1. Il ne faut pas confondre l'appartenance à la série D ou L, et le caractère dextrogyre ou lévogyre (c'est-à-dire la propriété que possède une molécule en suspension dans l'eau de faire dévier le plan de polarisation de la lumière polarisée) qui est une caractéristique expérimentale non prévisible et qui se représente par un signe (+) ou (-) précédant le nom du composé. Il existe par exemple des sucres de la série D aussi bien dextrogyres que lévogyres.

■ 2. Les formes linéaires

■ 2.1 Les aldoses

Attention

La plupart des oses naturels appartient à la série D.

Le chef de file des sucres de la série D est le D-glycéraldéhyde (Fig. 1.2). L'obtention des autres aldoses se fait en ajoutant un carbone juste après la fonction réductrice (Fig. 1.4).

Lorsque la molécule possède n C^{*}, il existe 2^n isomères. Inclus parmi les 2^n , il y a les isomères de la série D et ceux de la série L (Fig. 1.5).

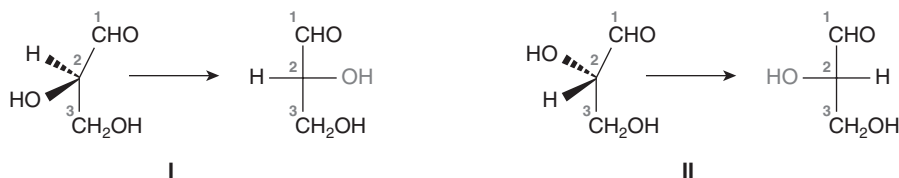


Figure 1.2 Représentations perspectives et de Fischer du D-glycéraldéhyde (I) et du L-glycéraldéhyde (II).

Les aldoses les plus importants sont les aldohexoses. Ils possèdent donc 4 carbones asymétriques, ce qui donne $2^4 = 16$ stéréoisomères. 8 sont de la série D, et 8 de la série L. Parmi les 8 stéréoisomères de la série D, l'un correspond au D-glucose.

Remarque

La synthèse de Kiliani Fischer permet de passer d'un ose à 1 carbone à un ose à $(n+1)$ carbone en utilisant l'acide cyanhydrique. Ainsi, à chaque étape, on ajoute un carbone asymétrique. |

■ 2.2 Les cétooses

Il y a un C^{*} en moins. Quand $n = 0$, il n'y a pas de fonction alcool secondaire ; il s'agit de la DHA (dihydroxyacétone). C'est un intermédiaire du métabolisme des sucres (molécule d'interconversion dans le métabolisme des sucres) (Fig. 1.5).

1. Un carbone asymétrique correspond à un atome de carbone relié à quatre groupements différents, ce qui entraîne l'existence de deux stéréo-isomères appelés énantiomères pour la molécule qui le contient.

Attention

La DHA n'est pas un sucre. Elle ne peut appartenir à une série, puisqu'elle ne possède pas de carbone asymétrique (C.Q.F.D.).

Comme pour les aldoses, les cétohexoses sont les plus importants. Ils possèdent 3 C asymétriques, ce qui donne $2^3 = 8$ stéréoisomères. 4 sont de la série D et 4 de la série L. Parmi les 4 de la série D, l'un correspond au D-fructose.

Ce sucre a la particularité d'être utilisé comme source d'énergie par les cellules gonadiques. On le trouve donc aussi bien dans les fruits que dans les spermatozoïdes.

■ 3. L'épimérie

Lorsque deux sucres ne diffèrent que par la configuration d'un seul carbone asymétrique, c'est-à-dire par la position d'un hydroxyle, on dit que ces deux sucres sont des **épimères**. L'épimérie est donc une forme d'isomérisation (Fig. 1.3).

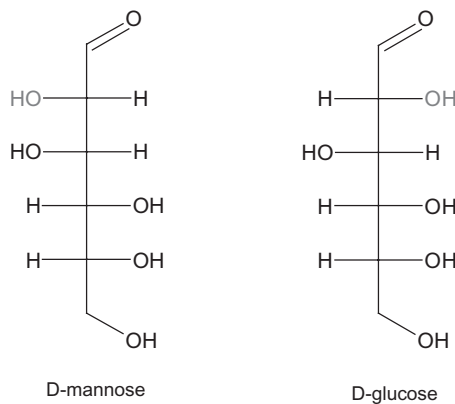
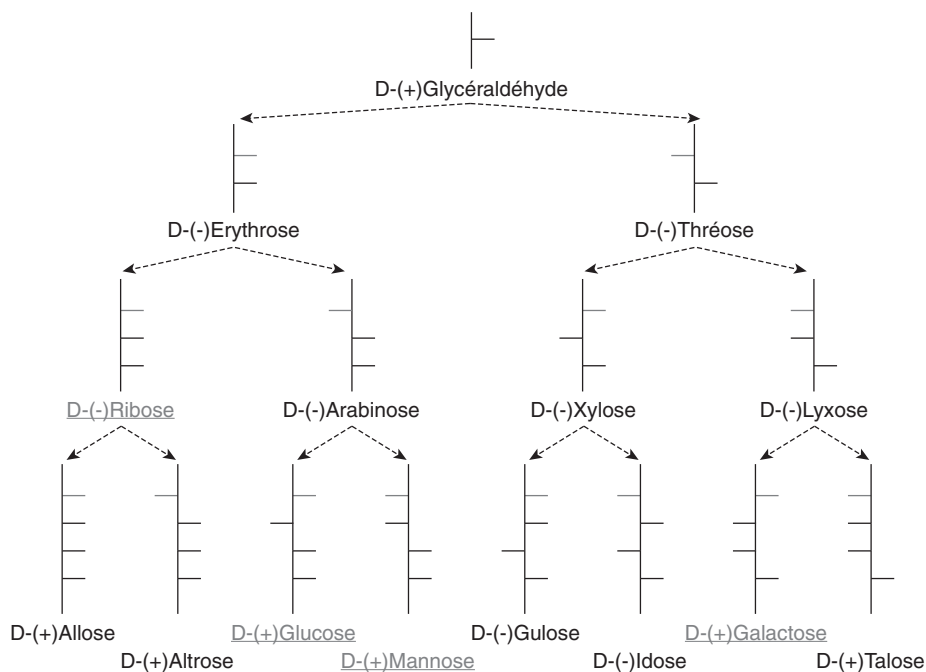


Figure 1.3 D-mannose et D-glucose, épimères sur le deuxième atome de carbone.

■ Remarque

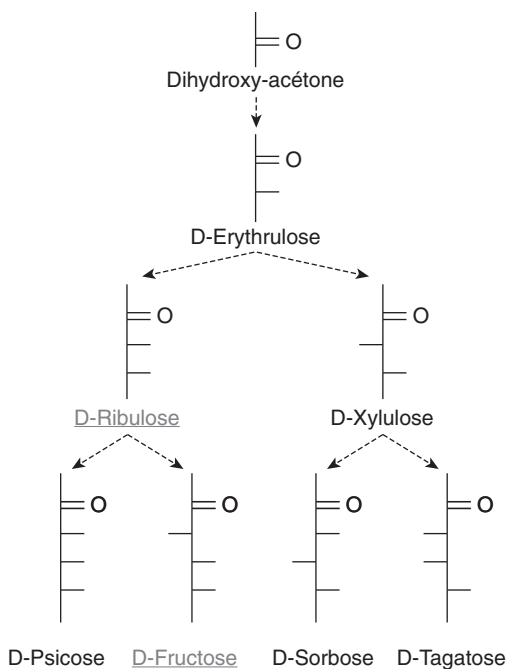
La filiation des sucres s'arrête aux hexoses, mais on connaît des cas rares d'heptoses chez certains microorganismes bactériens, entrant dans la constitution de lipopolysaccharides (cf. Chap. 6). ■



En souligné, les sucres les plus abondants dans la nature

Figure 1.4 Filiation des aldoses de la série D.
La même filiation aurait pu être faite pour la série L.

Figure 1.5 Filiation de la série D
des cétooses.



En souligné les sucres les plus abondants dans la nature

Synthèse

Je sais définir

- Monosaccharide
- Aldoses et cétooses
- Carbone asymétrique
- Stéréoisomère
- Epimère

Je connais

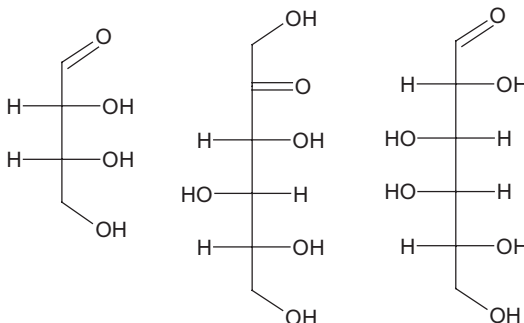
- Les séries D et L des sucres
- Le nombre de stéréoisomères d'un sucre
- Les caractéristiques des aldohexoses et des cétohexoses
- Quelques sucres dont le glucose et le fructose

Je sais

- Calculer le nombre de stéréoisomères d'un sucre à partir de sa formule semi-développée
- Nommer un sucre à partir de sa formule de Fischer

Exercices et QCM

- 1 Le galactose et le mannose diffèrent l'un de l'autre par la position des hydroxyles alcooliques secondaires. Quels numéros portent-ils ?
- 2 Indiquez le nombre et le type de fonctions portées par une molécule de fructose.
- 3 Expliquez pourquoi les sucres sont des molécules très polaires. Quelle conséquence majeure présente cette caractéristique au niveau physiologique ?
- 4 Faites apparaître les carbones asymétriques sur la molécule de fructose et sur celle de glucose.
- 5 On sait qu'en présence de certaines bases, on peut procéder à une interconversion d'oses, c'est-à-dire transformer un aldose en cétoose, et réciproquement. Si on traite par une solution alcaline de soude une solution aqueuse de fructose, quel(s) ose(s) sera(ont) formé(s) : mannose, galactose, tréhalose, fructose, psicose ?
- 6 Nommez les composés suivants :



7 Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s)?

- a. La plupart des oses naturels appartiennent à la série D.
- b. Le glycéraldéhyde possède deux fonctions alcool.
- c. Le L-ribose est un aldopentose.
- d. Le D-glucose et le D-galactose sont des isomères de fonction.
- e. Le glycéraldéhyde et la dihydroxyacétone entrent dans la composition des polysaccharides.

8 Laquelle (lesquelles) des affirmations suivantes relatives au glucose est (sont) exacte(s)?

- a. C'est un cétohexose.
- b. Il est le carburant essentiel des cellules animales.
- c. Il possède trois carbones asymétriques.
- d. Il possède une fonction acétalique.
- e. À l'état libre dans les cellules, il n'est jamais phosphorylé.
- f. Il est très soluble dans le sang.

9 Retrouvez la (les) propriété(s) du glucose.

- a. C'est un aldohexose.
- b. Il possède dix atomes d'hydrogène.
- c. Il existe naturellement sous la forme d'un isomère de la série D.
- d. Sa pénétration cellulaire est déclenchée par l'insuline.
- e. Il possède une masse molaire supérieure à 300 daltons.
- f. Il oxyde la liqueur de Fehling à chaud en donnant un précipité rouge brique.

10 Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont exactes?

- a. Le glucose a un rôle essentiel de carburant cellulaire chez les végétaux.
- b. Le D-fructose est un isomère de fonction du D-mannose.
- c. Un aldohexose est constitué de cinq fonctions hydroxyles et d'une fonction réductrice.
- d. Le glucose et le galactose sont épimères en C2.
- e. Le glucose circule dans le sang sous forme phosphorylée.

11 Parmi les affirmations suivantes, lesquelles sont exactes?

- a. Un cétohexose est composé de six carbones hydroxylés et d'une fonction cétone.
- b. Un aldohexose est composé de quatre carbones hydroxylés et d'une fonction cétone.
- c. Un aldopentose est composé de cinq carbones hydroxylés et d'une fonction aldéhyde.

- d. Un cétotriose est composé de quatre carbones hydroxylés et d'une fonction cétone.
- e. Un cétohexose comporte quatre fonction alcools secondaires.

12 Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s)?

- a. Si le groupe carbonyle est à une extrémité de sa chaîne carbonée, le monosaccharide est une cétone et fait partie du groupe des cétoes.
- b. Les aldohexoses qui contiennent quatre carbones asymétriques, possèdent 16 stéréo-isomères.
- c. Dans tous les isomères D des monosaccharides, le carbone asymétrique le plus proche de l'atome de carbone du carbonyle possède la même configuration que le carbone asymétrique du D-glyceraldéhyde.
- d. Les monosaccharides les plus simples sont deux trioses à trois carbones : le glyceraldéhyde et la dihydroxyacétone.
- e. Les oses sont souvent non ramifiés.

13 Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s)?

- a. Le D-Gulose est un aldopentose.
- b. Le D-Talose est un cétohexose.
- c. Le D-Sorbose est un cétohexose.
- d. Le D-Ribose est un aldopentose.
- e. Le D-Allose est un aldohexose.

14 Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s)?

- a. Le glyceraldéhyde possède deux fonctions alcools.
- b. Le fructose et le sorbose sont deux épimères.
- c. La dihydroxyacétone existe sous deux isomères optiques.
- d. Les oses sont des molécules hydrophobes.
- e. Les oses possèdent toujours une fonction hémiacétalique.
- f. Les oses peuvent être classés en fonction du nombre d'atomes de carbone qui les constituent.

Corrigés

1 Les hydroxyles portés par les carbones 2 et 4.

2 Une fonction cétone sur le carbone 2, deux fonctions alcools primaires sur les carbones 1 et 6, trois fonctions alcools secondaires sur les carbones 3, 4 et 5. Cette question peut comporter un piège car nous verrons plus loin que les sucres peuvent se cycliser, et donc vont modifier les fonctions chimiques qui permettent la cyclisation; c'est pourquoi si l'intitulé de la question parle de sucre cyclisé ou en solution aqueuse, il faudra tenir compte de ces modifications (Chap. 2).

3 De par la présence d'un grand nombre d'atomes d'oxygène très électronégatifs, les liaisons chimiques sont polarisées, ce qui entraîne la création d'une molécule polaire, c'est-à-dire avec des pôles positifs et négatifs au sein de la molécule. L'eau étant elle-même une molécule polaire, il en résulte que les sucres sont des composés très solubles dans tous les milieux aqueux (sang, liquide cytoplasmique).

4 Fructose : carbones 3, 4 et 5 ; Glucose : carbones 2, 3, 4 et 5.
Là encore, si les sucres sont cyclisés, nous verrons que le nombre d'atomes de carbone asymétriques est modifié (un de plus par rapport au sucre linéaire).

5 L'interconversion du fructose ne peut former que des isomères du fructose, qui de plus doivent être épimères sur le C2 (l'ancien carbone qui portait la fonction cétose du fructose), soit dans la liste proposée : le glucose et le mannose.

6 Il s'agit de trois sucres de la série D, dans l'ordre l'érythrose, le sorbose et le galactose.

7 Bonne(s) réponse(s) : a., b. et c.

- Pour les oses naturels.
- Car il possède une fonction alcool primaire et une secondaire, soit deux au total.
- Cela est vrai aussi bien pour le L-ribose que pour le D-ribose.
- Ils sont bien isomères, mais épimères. Pour être isomères de fonction, il aurait fallu par exemple que l'un soit un aldose et l'autre un cétose (2 fonctions chimiques différentes).
- Ce sont les précurseurs des sucres à nombre d'atomes de carbones plus élevé, mais eux-mêmes ne peuvent entrer dans la composition d'un polysaccharide.

8 Bonne(s) réponse(s) : b.

- C'est un aldohexose.
- Il possède sous sa forme linéaire quatre carbones asymétriques.
- Même cyclisé, la fonction nouvellement formée est une fonction hémi-acétalique (cf. Chap. 2).
- Le glucose peut être phosphorylé ce qui augmente notamment sa réactivité pour certaines voies métaboliques.
- C'est une molécule très polaire, donc très soluble dans le sang qui est un milieu aqueux.

9 Bonne(s) réponse(s) : a., c. et d.

- Douze atomes d'hydrogène.
- L'insuline possède une action hypoglycémiante.
- Sa masse est de l'ordre de 180 daltons.
- Il donne bien un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling à chaud, mais il s'agit d'une réduction.

10 Bonne(s) réponse(s) : b. et c.

- Il s'agit du fructose.
- Le premier est un cétohexose, le second un aldohexose.

- d. Ils sont épimères en C4.
- e. Il circule à l'état non phosphorylé dans le sang; par contre il est phosphorylé dans la cellule ce qui lui permet de ne plus ressortir, mais également de rentrer dans les chaînes métaboliques.

11 Aucune bonne réponse.

- a. Cinq carbones sont hydroxylés, un sixième porte la fonction cétone (le carbone 2).
- b. Cinq carbones sont hydroxylés et la fonction est une fonction aldéhyde.
- c. 4 carbones hydroxylés.
- d. Un triose ne comporte que trois carbones.
- e. Il y a cinq fonctions alcools, dont trois sont secondaires et deux primaires.

12 Bonne(s) réponse(s) : b. et d.

- a. La fonction cétone ne peut être en bout de chaîne, car dans ce cas il s'agit d'une fonction aldéhyde, et le sucre fait alors partie du groupe des aldoses.
- b. Les aldohexoses linéaires possèdent bien quatre carbones asymétriques, soit 24 stéréo-isomères.
- c. L'atome de carbone qui possède la même configuration que celui du D-glycér-aldéhyde est le plus éloigné de l'atome de carbone porteur du groupe carbonyle.
- d. Il s'agit respectivement des précurseurs des aldoses et des cétoles.

Attention

Attention cependant car au sens strict, la dihydroxyacétone n'est pas un sucre, bien que bon nombre d'auteurs l'indiquent comme telle.

- e. Il n'y a pas d'oses simples ramifiés, ils sont donc toujours non ramifiés.

13 Bonne(s) réponse(s) : c., d. et e.

- a. C'est un aldohexose.
- b. C'est également un aldohexose.

14 Bonne(s) réponse(s) : a. et f.

- b. Ils diffèrent par la configuration de deux carbones, et non pas d'un seul.
- c. Elle n'a pas de carbone asymétrique.
- d. Ces molécules sont parfaitement hydrophiles grâce à un nombre très important d'atomes d'oxygène.
- e. D'une part, les oses ne sont pas tous cyclisés, et d'autre part, les cétoles se cyclisent en formant une fonction hémicétalique.
- f. On peut par exemple parler des hexoses pour les oses à six carbones. On peut aussi classer les oses par leur fonction réductrice (aldoses ou cétoles).