

JE ME TROMPE
DONC J'APPRENDS!

Biologie cellulaire



Marc Thiry
Pierre Rigo
Nicolas Thelen
Véronique Goosse

DUNOD

Graphisme de couverture : Pierre-André Gualino

Illustration de couverture : © Jacob Lund – AdobeStock.com

Crédits iconographiques :

© Bernadette Coléno : pp. 29, 34, 81, 83, 115, 141, 161, 165, 166, 167, 177, 178, 181, 183, 187, 191, 192, 193

© OpenClipart-Vectors - Pixabay.com : p. 229

Les autres figures et photographies appartiennent aux auteurs.

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, 2022

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-082081-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o 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

Glucides

Fiche 1	Formules chimiques	1
Fiche 2	Liaison osidique	3
Fiche 3	Oses	5

Lipides

Fiche 4	Acides gras	7
Fiche 5	Glycérol	9
Fiche 6	Stéroïdes	11

Acides animés

Fiche 7	Structure générale	13
Fiche 8	Liaisons peptidiques	15
Fiche 9	Structure des protéines	17
Fiche 10	Caractéristiques et propriétés	19

Acides nucléiques

Fiche 11	Réplication de l'ADN	21
Fiche 12	Coefficient de Chargaff	23
Fiche 13	Bases azotées	25
Fiche 14	Purines	27
Fiche 15	Chaînes nucléotidiques	29
Fiche 16	Liaison glycosidique	31
Fiche 17	Chaînes polynucléotidiques	33

Calcul et conversion de concentrations

Fiche 18	Concentration molaire	35
Fiche 19	Concentration massique – 1	37
Fiche 20	Concentration massique – 2	39
Fiche 21	Dilutions	41
Fiche 22	Nombre de moles	43
Fiche 23	Calcul et conversion de concentrations	45

Osmose

Fiche 24	Osmose – 1	47
Fiche 25	Osmose – 2	49
Fiche 26	Osmose – 3	51
Fiche 27	Osmose – 4	53
Fiche 28	Osmose – 5	55
Fiche 29	Osmose – 6	57
Fiche 30	Osmose – 7	59
Fiche 31	Osmose – 8	61
Fiche 32	Osmose – 9	63
Fiche 33	Osmose – 10	65
Fiche 34	Osmose – 11	67
Fiche 35	Osmose – 12	69
Fiche 36	Osmose – 13	71
Fiche 37	Osmose – 14	73
Fiche 38	Osmose – 15	75
Fiche 39	Osmose – 16	77

Osmose et état osmotique des cellules

Fiche 40	Osmose et état osmotique des cellules – 1	79
Fiche 41	Osmose et état osmotique des cellules – 2	81
Fiche 42	Osmose et état osmotique des cellules – 3	83
Fiche 43	Osmose et état osmotique des cellules – 4	85
Fiche 44	Osmose et état osmotique des cellules – 5	87
Fiche 45	Osmose et état osmotique des cellules – 6	89
Fiche 46	Osmose et état osmotique des cellules – 7	91
Fiche 47	Osmose, osmolarité et état osmotique des cellules	93

Transcription-traduction

Fiche 48	Transcription – Brin matrice et brin sens	95
Fiche 49	Traduction – Initiation de la traduction	97
Fiche 50	Transcription – Mutations	99
Fiche 51	Traduction – Cadres de lecture	101
Fiche 52	Traduction – Structure des protéines	103

Fiche 53	Traduction – Codon initiateur et codon STOP	105
Fiche 54	Traduction – Méthionine	107
Fiche 55	Traduction – Ribosome	109
Fiche 56	Transcription – Épissage	111
Fiche 57	Traduction – ARNt	113
Fiche 58	Traduction – Sens de lecture des ARNt	115

Énergétique cellulaire

Fiche 59	Types trophiques	117
Fiche 60	Métabolismes énergétiques	119
Fiche 61	Production d'ATP	121
Fiche 62	Sources d'ATP	123
Fiche 63	Fermentation	125
Fiche 64	Énergétique cellulaire	127

Mitochondrie

Fiche 65	Fonctions	129
Fiche 66	Cycle de Krebs	131

Respiration cellulaire

Fiche 67	Gradient de protons	133
Fiche 68	Oxydation de glucose	135
Fiche 69	Respiration cellulaire – 1	137
Fiche 70	Respiration cellulaire – 2	139
Fiche 71	Concentration en O ₂	141

Photosynthèse

Fiche 72	Substrats/Produits	143
Fiche 73	Synthèse d'ATP	145
Fiche 74	Gradient de protons	147
Fiche 75	Thylakoïdes	149
Fiche 76	Fixation du carbone	151
Fiche 77	Photophosphorylation cyclique	153

Multiplication cellulaire

Fiche 78	Cycle cellulaire – Quantité d'ADN	155
Fiche 79	Cycle cellulaire – Durée des phases	157
Fiche 80	Cycle cellulaire – Index de marquage	159
Fiche 81	Cycle cellulaire – Inhibiteur	161
Fiche 82	Cycle cellulaire – Index mitotique	163
Fiche 83	Croissance bactérienne	165
Fiche 84	Mitose – Ploïdie	167
Fiche 85	Mitose – Compléments d'ADN	169
Fiche 86	Mitose – Phases – 1	171
Fiche 87	Mitose – Phases – 2	173

Reproduction

Fiche 88	Mitose – Centromère	175
Fiche 89	Division cellulaire – Phases	177
Fiche 90	Division cellulaire – Quantité d'ADN	179
Fiche 91	Reproduction – Méiose – 1	181
Fiche 92	Reproduction – Méiose – 2	183
Fiche 93	Reproduction – Gonochorisme	185
Fiche 94	Reproduction – Ovaire	187
Fiche 95	Reproduction – Follicule ovarien	189
Fiche 96	Cycles de reproduction	191
Fiche 97	Cycles de reproduction – Végétaux inférieurs	193
Fiche 98	Cycle diplophasique – Mammifères – 1	195
Fiche 99	Cycle diplophasique – Mammifères – 2	197
Fiche 100	Cycle diplophasique – Oiseaux	199
Fiche 101	Cycle haplo-diplophasique – Angiospermes – 1	201
Fiche 102	Cycle haplo-diplophasique – Angiospermes – 2	203
Fiche 103	Différenciation cellulaire	205

Relation structure/fonction

Fiche 104	Enzymes	207
Fiche 105	Photosynthèse	209
Fiche 106	Site de synthèse/d'activité	211

Fiche 107	Nature protéique	213
Fiche 108	Organites	215
Fiche 109	Compartiments cellulaires	217
Fiche 110	Sites fonctionnels	219
Fiche 111	Structures cellulaires	221
Fiche 112	Rôles cellulaires	223
Fiche 113	Molécules	225
Fiche 114	Différenciation cellulaire	227

Annexe

Code génétique	229
Index	230

Je me trompe donc j'apprends !

LIPIDES

6 Stéroïdes

Énoncé

- Définissez « stéroïdes ».
- Citez les trois structures cellulaires caractéristiques des cellules productrices des hormones stéroïdes.
- Par quel mécanisme les hormones stéroïdes agissent-elles sur leur cellule-cible ?

Réponses de l'étudiant

- Petites vésicules permettant l'activation de certaines hormone ou protéines qui sont produites à la suite d'un stimulus.
- Les glandes endocrines, le pancréas, l'hypothalamus ou appareil de Golgi, réticulum endoplasmique, noyau.
- Grâce à des récepteurs à la surface de la cellule.

Réflexes pour bien répondre

Les réponses fournies par les étudiants ont comme point commun une idée de communication entre cellules. Néanmoins, il est demandé ici une définition générale des stéroïdes. Il s'agit donc de définir les stéroïdes par leurs caractéristiques communes, sur base de la famille de molécule à laquelle ils appartiennent, sur base de leur structure et sur ce qui les distingue entre eux.

Afin d'étrayer la définition, un exemple de stéroïde peut également être donné. D'autant plus qu'une molécule de cette famille est un composant majeur des membranes cellulaires animales et contribue notamment à la stabilité de la membrane en limitant sa fluidité à température corporelle et en évitant l'entassement des phospholipides à des températures plus basses.

Les hormones sont des molécules messagères produites par le système endocrinien en réponse à une stimulation. Par suite de leur production par des cellules spécialisées, elles sont diffusées dans le sang et les liquides interstitiels.

Les cellules qui sont spécialisées dans la synthèse d'hormones stéroïdes sont caractérisées principalement par la présence abondante de certains de ceux-ci ont un rôle de synthèse des hormones stéroïdes et le stockage des précurseurs.

Les cellules productrices d'hormones stéroïdes ont une caractéristique et reconnaissable.

Grâce à leur grande affinité pour les lipides, les hormones stéroïdes ont des récepteurs membranaires, ni transporteurs particulière un mode d'action différent de celui des hormones p

La réponse exacte au verso



Une rubrique « Pour aller plus loin »

Les pièges à éviter

114 fiches de 2 pages, regroupées par thème

1 Chaque fiche commence par l'énoncé d'un exercice ou QCM type d'examen et pour chacun, un seul item est correct



Puis une ou plusieurs réponse(s) fausse(s) « type » est(sont) donnée(s)

2 Des réflexes et des méthodes pour répondre correctement

Réponses exactes

- Les stéroïdes constituent un groupe de lipides caractérisé par un squelette carboné formé de quatre cycles accolés. Les groupements fonctionnels attachés aux cycles varient d'un type de stéroïde à l'autre. Un exemple est le cholestérol, présent dans les membranes cellulaires animales, mais également précurseur d'autres stéroïdes (exemples : hormones sexuelles des vertébrés).
- Gouttelettes lipidiques, réticulum endoplasmique lisse, mitochondries à crêtes tubulaires.
- Les hormones stéroïdes, lipophiles, diffusent à travers la membrane cellulaire des cellules-cibles et se lient à leur récepteur spécifique intracellulaire. Les récepteurs des hormones stéroïdes sont situés soit dans le cytoplasme, soit dans le noyau des cellules-cibles. Une fois l'hormone liée au récepteur, le complexe hormone-récepteur se fixe sur un site spécifique de l'ADN. La liaison du complexe active un gène spécifique dans la cellule-cible causant la synthèse de la protéine responsable de leurs effets.

Pour aller plus loin

Les stéroïdes anabolisants font partie d'une classe d'hormones stéroïdes liée à la testostérone. Ils sont bien connus dans le monde sportif pour leur capacité de dopage. Ils agissent sur la masse musculaire de différentes façons : d'une part en stimulant la production de protéine au sein des cellules musculaires, et d'autre part en favorisant la différenciation des cellules de stockage graisseux, les adipocytes, en cellules musculaires.

Ne tombez pas dans le piège

- Ne faites pas trop rapidement de lien entre différents termes.
- Faites attention aux caractéristiques chimiques des molécules. Cela peut vous aider dans l'élaboration de votre réponse.

1 Formules chimiques

Énoncé

- Quelle est la formule chimique générique d'un glucide ?
- Quelle est la différence entre le glucose et le fructose ?
- Que signifie le préfixe D dans D-fructose ?

Réponses de l'étudiant 😞

- $C_6H_{12}O_6$
- La position des groupements $-OH$.
- Cette indication signifie que la molécule possède une activité optique qui provoque une rotation de la lumière vers la droite : D comme dextrogyre.

⚙️ Réflexes pour bien répondre

Si la réponse de l'étudiant correspond bien à la formule chimique d'un **glucide**, elle est loin d'être générique. En réalité, parmi les glucides, cette formule représente les hexoses, des glucides à six carbones. Parmi ces hexoses se trouvent le glucose et ses onze isomères qui partagent donc tous la même formule chimique.

Les glucides regroupent une classe de composés organiques contenant une fonction **aldéhyde** ou une fonction **cétone** et au moins deux groupes hydroxyles.

Il existe des glucides à cinq carbones comme le **ribose** ($C_5H_{10}O_5$) ou encore des glucides à quatre carbones comme les glucides représentent une source d'énergie métabolique importante pour les êtres vivants. Cette énergie provient par exemple de l'oxydation du glucose. Ce dernier peut être stocké sous forme de polymères tels que le **glycogène** chez les animaux ou l'**amidon** chez les végétaux.

Le glucose et le fructose partagent la même formule chimique. Leur différence ne tient pas sur la disposition de leurs groupements $-OH$, mais plutôt sur la nature de la fonction principale qu'ils portent : le glucose possède une fonction aldéhyde sur son carbone 1 et est ainsi nommé **aldose** ; le fructose porte une fonction cétone sur son carbone 2 et fait dès lors partie des **cétoses**.

Le pouvoir rotatoire d'une molécule représente la capacité de cette dernière à induire une rotation du plan de polarisation de la lumière. Ainsi, une molécule induisant une rotation du plan de polarisation vers la droite sera appelée **dextrogyre** tandis qu'une déviation vers la gauche sera appelée **lévogyre**.

Néanmoins, l'utilisation des préfixes D et L en chimie est trompeuse, car, dans le cas des glucides et des acides aminés, il ne représente pas forcément le pouvoir rotatoire de la molécule : l'ensemble des acides aminés sont L, mais ils ne sont pas tous pour autant lévogyres. De même, l'activité optique du D-fructose n'est pas dextrogyre : sa valeur étant de -93 degrés, elle est lévogyre. Notons d'ailleurs que le fructose est encore parfois nommé lévulose.

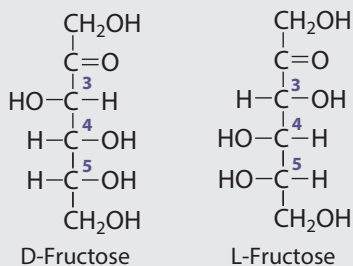
Les préfixes D et L sont utilisés pour déterminer la **chiralité** de la molécule ; une molécule est dite chirale si elle n'est pas superposable à son image dans un miroir plan.

Chez les glucides, les préfixes D et L sont déterminés par la configuration du carbone asymétrique positionné en $n - 1$ pour un glucide à n carbones.

Sur une représentation de la molécule en projection de Fischer :

- si le groupement hydroxyle (-OH) du carbone positionné en $n - 1$ est représenté à droite, le préfixe est D ;
- si le groupement hydroxyle (-OH) du carbone positionné en $n - 1$ est représenté à gauche, le préfixe est L.

Les **énantiomères** du fructose ($C_6H_{12}O_6$), le D-fructose et le L-fructose, voient ainsi leur groupement hydroxyle du carbone 5 positionné respectivement à droite et à gauche.



Réponses exactes 😊

- La formule générique d'un glucide est $C_n(H_2O)_p$, avec $n \geq p$.
- Le glucose et le fructose sont des isomères ($C_6H_{12}O_6$), mais ils ne partagent pas les mêmes groupes fonctionnels : le glucose est un aldose (fonction aldéhyde sur le carbone 1) tandis que le fructose est un cétose (fonction cétone sur le carbone 2).
- Le préfixe D représente la chiralité du fructose : sur une projection de Fischer, le groupement hydroxyle du carbone 5 est représenté à droite.

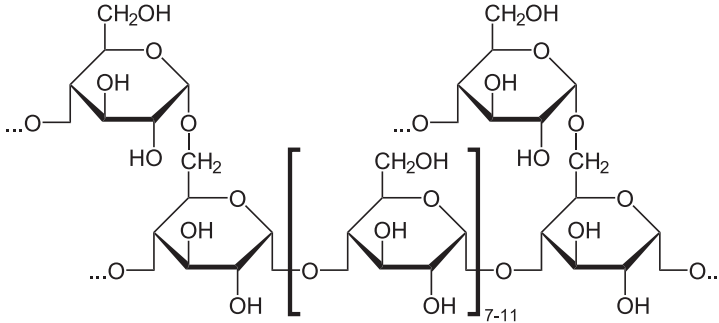
! Ne tombez pas dans le piège

- Bien que possédant des formules chimiques semblables, les glucides présentent de nombreux isomères qui diffèrent non seulement par le positionnement des groupements hydroxyles, mais également par leurs groupes fonctionnels (aldéhyde ou cétone).

2 Liaison osidique

Énoncé

- Quelle sera la formule chimique du saccharose, un disaccharide formé par un glucose et un fructose ?
- À quoi correspond la figure suivante ? Quelle est la formule chimique générique d'une telle molécule ?



Réponses de l'étudiant ☹️

- $C_{12}H_{24}O_6$
- C'est de la cellulose, car c'est un polymère de glucose. $C_n(H_2O)_n$

🔧 Réflexes pour bien répondre

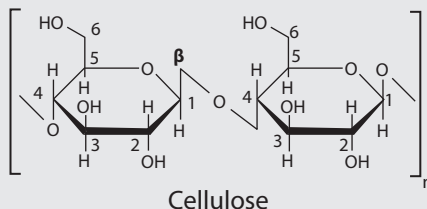
Le **glucose** et le **fructose** étant tous les deux des isomères dont la formule chimique est $C_6H_{12}O_6$, il est dès lors tentant de multiplier le nombre d'atomes directement par deux, vu que le **saccharose** résulte de l'association des deux oses. Néanmoins, c'est oublier que cette association résulte de la liaison des deux molécules avec la condensation d'une molécule d'eau.

La liaison entre deux oses est appelée **liaison osidique**. Deux modes de liaison osidique sont distingués :

- soit par la condensation des fonctions hémiacétaliques de chaque ose, comme c'est le cas pour le saccharose par exemple ;
- soit par la condensation d'une fonction hémiacétalique d'un ose avec une fonction alcoolique d'un second ose ; un hydroxyle (-OH) hémiacétalique reste libre et donne son pouvoir réducteur à la molécule.

En ce qui concerne la question **b.**, il s'agit effectivement d'un polymère de glucose. Néanmoins, ce n'est pas de la **cellulose**. Cette dernière est uniquement constituée par la condensation des glucoses en β -1-4, ce qui signifie que la liaison osidique s'effectue depuis le groupement hydroxyle en position β de la fonction hémiacétalique située sur le

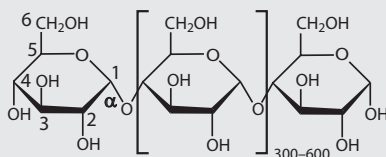
carbone 1 d'un premier glucose vers la fonction alcoolique du carbone 4 d'un deuxième glucose (figure ci-dessous). Ce dernier établissant une nouvelle liaison osidique β 1-4 avec un glucose voisin, et ainsi de suite, formant un polysaccharide linéaire.



Or, sur la figure proposée, les liaisons osidiques unissent les glucoses en α 1-4 et des embranchements en α 1-6 sont également présents, conduisant à un polysaccharide branché.

Il existe trois autres polymères de glucose : l'**amylose** et l'**amylopectine** qui constituent l'amidon des végétaux, et le glycogène des animaux.

L'amylose, qui constitue à peu près 15 % de l'amidon (varie selon les espèces), comporte uniquement des liaisons osidiques α 1-4 et forme des chaînes de longueur variable (figure ci-dessous).



L'amylopectine et le glycogène sont tous les deux constitués par la polymérisation de glucose par des liaisons osidiques en α 1-4 et par des embranchements en α 1-6. La différence entre les deux molécules se trouve au niveau de la proximité des embranchements sur la chaîne principale (α 1-4) : ils sont espacés d'environ une dizaine d'unités dans l'amidon et d'environ trente dans l'amylopectine.

La figure présentée illustre donc le glycogène dont la formule chimique générique doit tenir compte de la condensation de chaque unité du polymère : $C_n(H_2O)_{n-1}$

Réponses exactes 😊

- La formule chimique du saccharose est $C_{12}O_{22}O_{11}$
- La figure présentée illustre le glycogène dont la formule chimique générique est $C_n(H_2O)_{n-1}$

! Ne tombez pas dans le piège

- La formation de nombreux polymères biologiques résulte d'une condensation et donc de la perte de molécules d'eau. Tenez-en compte.