

BIOLOGIE FONDAMENTALE

UE 2.1

Kamel Abbadi

Professeur agrégé de biochimie à l'Université Versailles Saint Quentin,
référént du module des sciences physiques,
biologiques et médicales en master IADE

Marie-Noëlle Dieudonné

Professeur des Universités à l'Université Versailles Saint-Quentin

Préfacé par

Le Professeur Philippe de Mazancourt

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier,
Hôpital Ambroise Paré, Boulogne-Billancourt,
Directeur de l'unité de pathologie cellulaire et génétique à l'UFR
des sciences de la santé de l'Université de Versailles Saint-Quentin

Remerciements

- A Messieurs Vincent Rincheval et Larbi Amazit

Pour leur aimable participation à l'enrichissement iconographique de l'ouvrage.

- A l'équipe enseignante de l'UFR de Sciences de la santé de l'Université de Versailles/Saint-Quentin

- A Mme Véronique Fumeron cadre de santé IFSI Poissy/Sain-Germain-en-Laye

Crédits photographiques

Figures nos 13, 16, 21, 41, 43, 206, 212, 215, 217, 231, 244, 246, 302, 306, 307, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 407, 408, 428, 438, 510, 514, 515 : illustrations réalisées grâce à Servier Medical Art
p. 58 © BSIP / CMSP GI Associates - p. 69 haut © BSIP / BIOPHOTO Associates - p. 69 bas © BSIP / PHOTOTAKE / KUNKEL - p. 73 © INSERM - p. 76 © BSIP / Manfred Kage - p. 108 du haut vers le bas © / INSERM ; © / BSIP BIOPHOTO Associates ; © / BSIP / UC Davis School ; © URBAN&FISHER VERLAG MUNCHEN ; © / BSIP / Michael Ross ; © URBAN&FISHER VERLAG MUNCHEN - p. 109 du haut vers le bas © / BSIP BIOPHOTO Associates ; © / Université de Jussieu - p. 110 du haut vers le bas © BSIP / Eric Grave ; © Alfred Meyer ; © / BSIP BIOPHOTO Associates - p. 111 du haut vers le bas © BSIP / Institut KAGE ; © BSIP / Mickael ABBEY © / BSIP BIOPHOTO Associates - p. 136 © BSIP / EDRESCHKE - p. 146 © BSIP / MARKA FIORINI - p. 153 © BSIP / Scott Camazine - p. 155 © BSIP / PHOTOTAKE - p. 156 © BSIP / SGO - p. 119 © BSIP / LAURENT H. AMERICAIN,



« Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs.

Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération.

En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite. »

ISBN 978-2-216-12981-2

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français du Droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifiques - ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1^{er} juillet 1992 - art. 40 et 41 et Code pénal - art. 425).

© Éditions Foucher - 11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff Cedex - 2014

Lier la chimie au vivant n'est pas un exercice aisé quand les mêmes atomes peuvent se combiner pour donner tantôt une molécule organique, tantôt une molécule inorganique. Nous tenterons dans ce cours d'éclaircir les éléments de langage qui posent les bases de la chimie du vivant.

I La chimie du vivant

Le vivant est composé d'atomes que l'on classe selon leur proportion en masse et les besoins de l'organisme. Parmi ces atomes, les **macroéléments**, sont présents en quantité supérieure à 5 g et les besoins journaliers dépassent 50 mg. Les autres, les **oligoéléments**, dont les quantités sont faibles n'en sont pas moins essentiels.

L'« homéostasie » atomique de l'organisme résulte de l'équilibre entre les entrées et les sorties de matière. Dans cet équilibre dynamique se mêlent chimie organique et inorganique.

Chimie organique : partie de la chimie qui s'intéresse aux molécules organiques, composées de carbone et d'hydrogène et qui peuvent contenir en plus de l'oxygène, de l'azote, du soufre.

Chimie inorganique : initialement partie de la chimie de l'inanimé (non vivant) devient par extension aujourd'hui toute la chimie qui n'est pas organique.



La chimie organique est au sens strict la chimie du carbone mais l'ajout de l'hydrogène dans cette définition permet d'exclure les molécules composées de carbone, comme le CO_2 et le CO , qui appartiennent cependant aux molécules inorganiques.

On comprend que dans certaines conditions physiologiques comme la croissance ou la grossesse l'équilibre est ajusté.

Type trophique ou comment l'Homme fait de l'Homme !

Le **type trophique** définit comment un organisme fabrique sa propre matière organique.

Notre appartenance au groupe des organismes *chimioorganohétérotrophes* indique que nous produisons notre énergie par des réactions chimiques (*chimio*) utilisant des molécules organiques comme source d'électrons et de protons (*organo*) et que notre carbone provient de molécules organiques (*hétéro*).

Incapables de récupérer le carbone du dioxyde de carbone (CO_2) nous le tirons des molécules organiques que nous ingérons.

L'autotrophie, utilisation du dioxyde de carbone comme source de carbone est l'apanage des bienheureux microorganismes et plantes capables de se sustenter d'eau minérale et d'une bouffée d'air !

Le schéma suivant montre comment l'équilibre dynamique atomique de l'individu est maintenu par les entrées de matière, assurées par la respiration et l'alimentation et les sorties liées à la respiration et aux différentes excrétions (urinaires, fécales, sudation).

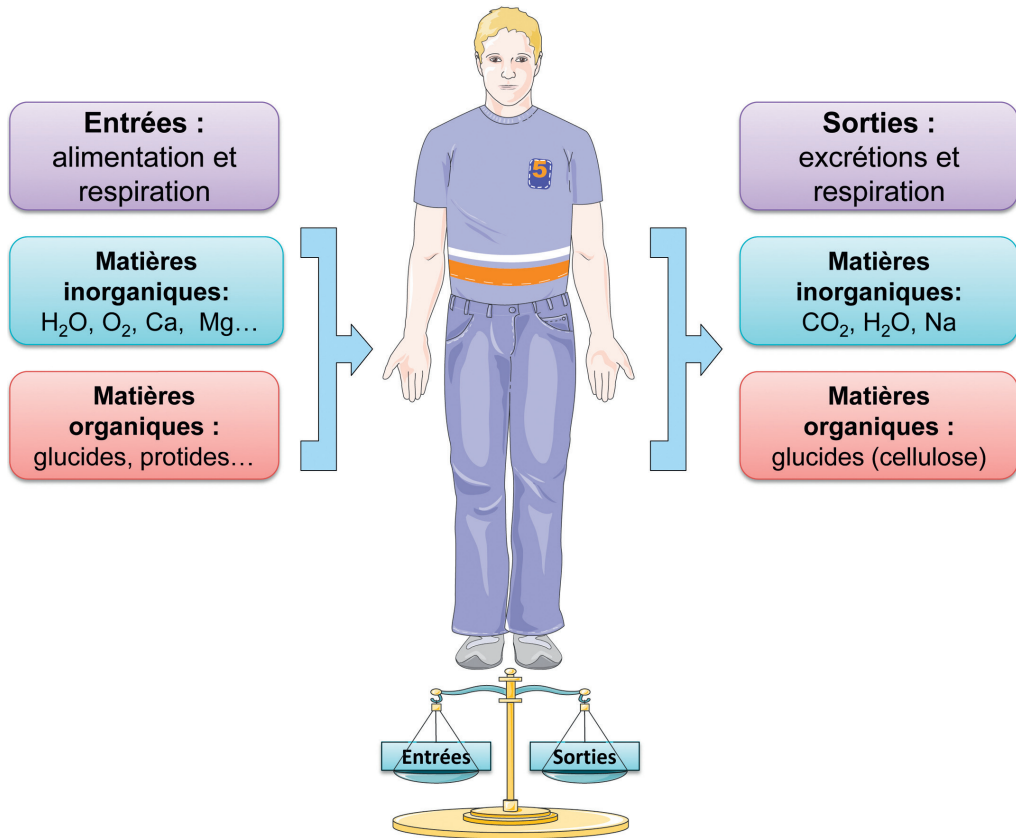


Fig. 13 Équilibre atomique de l'adulte

II Les éléments du vivant

Le tableau suivant rappelle les différents atomes composant la matière vivante classés par ordre d'importance et indique les éléments appartenant aux macroéléments, oligoéléments et entrant dans la composition de la matière organique.

Doc. 6 Éléments constitutifs du vivant classés par ordre d'importance

Nom de l'élément	Symbole	Terminologie médicale	Proportion en masse
Oxygène	O	Oxy, ox (ex : oxygénothérapie)	96 %
Carbone	C		
Hydrogène	H		
Azote	N	Azot (ex : azoturie)	
Calcium	Ca	Calc (ex : calciurie)	3,5 %
Phosphore	P	Phospho (ex : phosphorémie)	
Potassium	K	Kali (ex : kaliopénie)	
Soufre	S		
Sodium	Na	Natr (ex : natriurétique)	
Chlore	Cl	Chlor (ex : chlorémie)	
Magnésium	Mg	Magnés (ex : magnésémie)	0,5 %
Fluor	F		
Fer	Fe	Sidér (ex : sidéroblaste)	
Zinc	Zn		
Cuivre	Cu		
Iode	I	Iod (ex : iodothérapie)	
Manganèse	Mn		
Cobalt	Co		
Chrome	Cr		
Sélénium	Se		
Molybdène	Mo		
Nickel	Ni		
Vanadium	V		
Macroélément pouvant former des molécules organiques ou inorganiques		Macroélément inorganique	Oligoélément

Le tableau souligne que :

- 4 atomes répondent de 96 % de la masse du vivant ;
- les atomes O, C, H, N, P et S peuvent à la fois entrer dans la composition de molécules organiques et inorganiques. L'association de C, de H et de O peut former, par exemple, des glucides et celle de H et de O la molécule d'eau.



Les atomes, O, C, H, N, P et S, capables d'entrer dans la composition des molécules organiques et inorganiques, appartiennent tous au groupe des non-métaux !

La chimie bioinorganique ou quand les oligoéléments initient une mêlée antinomique !

Une telle présentation laisse cependant apparaître des limites car la plupart des oligoéléments décrits comme minéraux, donc inorganiques, peuvent se combiner aux molécules organiques et contribuer à leurs fonctions, c'est le cas de l'iode qui entre dans la composition des hormones thyroïdiennes, du fer dans l'hémoglobine, du zinc dans certaines métalloprotéases ou du cobalt dans la vitamine B12. L'oligoélément est le plus souvent associé par des liaisons covalentes particulières dites de coordination, dans laquelle le doublet d'électrons est apporté par un seul des deux éléments impliqués. Ce mélange ultime des chimies organiques et inorganiques fait apparaître une nouvelle discipline, la chimie bioinorganique, mêlant le vivant à l'inanimé !

■ Entraînement

Corrigé à télécharger sur www.editions-foucher.fr

QCM

Pour chaque thème indiquer la ou les bonnes propositions :

1. À propos de l'atome :

- ◇ A les nucléoles représentent la somme des nucléons et des protons
- ◇ B le nombre de neutron peut varier pour un même élément
- ◇ C la neutralité de l'atome provient de l'égalité des nombres de neutrons et d'électrons
- ◇ D la masse de l'atome est principalement liée à la masse des nucléoles
- ◇ E les électrons ne sont pas contenus dans le noyau

2. À propos de l'élément suivant :



- ◇ A l'élément de symbole X possède un noyau qui comporte A nucléons
- ◇ B l'élément de symbole X possède un noyau qui comporte Z protons
- ◇ C l'élément de symbole X possède un noyau qui comporte Z neutrons
- ◇ D le nombre N de neutrons est donné par la formule $A - Z$
- ◇ E le nombre N de neutrons est donné par la formule $Z - A$

3. À propos de l'élément suivant :



- ◇ A il s'agit du cobalt
- ◇ B il s'agit du carbone
- ◇ C contient 12 protons
- ◇ D contient 6 protons
- ◇ E contient 6 neutrons

4. À propos des isotopes :

- ◇ A les isotopes sont des atomes qui ont le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents
- ◇ B les isotopes sont des atomes qui ont le même nombre de neutrons mais un nombre de protons différents
- ◇ C parfois ces isotopes sont radioactifs
- ◇ D peuvent être utilisés comme traceur en recherche biomédicale
- ◇ E peuvent être utilisés au cours du diagnostic médical et jamais en thérapeutique

5. À propos de la structure électronique des éléments :

- ◇ A une couche correspond à un nombre quantique
- ◇ B le nombre maximal d'électrons par couche est donné par la formule $2n^2$

- ◇ C la couche K correspond au nombre quantique 1
 - ◇ D le nombre maximal d'électrons dans la couche K est 8
 - ◇ E les couches sont subdivisées en sous-couches
- 6. À propos de la classification périodique des éléments :**
- ◇ A chaque ligne correspond à une couche (ou période)
 - ◇ B chaque colonne correspond à un nombre d'électrons
 - ◇ C la progression de gauche à droite indique le remplissage de la couche
 - ◇ D le potassium est en 4^e ligne donc il possède une couche O
 - ◇ E le potassium est en 1^{re} colonne donc il possède un électron sur sa dernière couche O
- 7. À propos des métaux alcalins :**
- ◇ A ils donnent facilement des anions
 - ◇ B ils réagissent violemment avec l'eau en générant des bases fortes
 - ◇ C ils concernent tous les éléments de la première colonne
 - ◇ D le sodium en est un
 - ◇ E le calcium en est un
- 8. À propos des métaux alcalino-terreux :**
- ◇ A ils donnent facilement des cations
 - ◇ B ils concernent tous les éléments de la troisième colonne
 - ◇ C le magnésium en est un
 - ◇ D le calcium en est un
 - ◇ E le potassium en est un
- 9. À propos des non métaux :**
- ◇ A ils sont très électronégatifs
 - ◇ B ils repoussent les électrons lors de la création d'une liaison covalente
 - ◇ C le carbone et l'azote en sont
 - ◇ D l'oxygène et le calcium en sont
 - ◇ E le phosphore et le soufre en sont
- 10. À propos des halogènes :**
- ◇ A ils perdent facilement des électrons
 - ◇ B ils gagnent facilement des électrons
 - ◇ C ils sont situés à droites dans le tableau périodique des éléments
 - ◇ D ils sont situés à gauche dans le tableau périodique des éléments
 - ◇ E le chlore en est un
- 11. À propos des ions :**
- ◇ A un atome qui perd un électron est anion
 - ◇ B un atome qui gagne un électron est cation
 - ◇ C un atome qui gagne un électron est anion
 - ◇ D un atome qui perd un électron est cation
 - ◇ E la masse d'un atome est significativement différente de la masse de son cation ou anion
- 12. À propos des états de la matière :**
- ◇ A le passage de l'état gaz à solide est la condensation
 - ◇ B le passage de l'état solide à gaz est la vaporisation
 - ◇ C le passage de l'état liquide à gaz est la liquéfaction
 - ◇ D le passage de l'état liquide à solide est la sublimation
 - ◇ E le passage de l'état solide à l'état liquide est la fusion

Annales

- 1 ▶ A ; B ; C : FAUX.
D : VRAI.
E : FAUX.
- 2 ▶ A : VRAI.
B ; C ; D ; E : FAUX.
- 3 ▶ A : VRAI.
B ; C ; D ; E : FAUX.
- 4 ▶ A ; B ; C ; D : FAUX.
E : VRAI.
- 5 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; E : FAUX.
- 6 ▶ A : FAUX.
B : VRAI.
C ; D ; E : FAUX.
- 7 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; F : FAUX.
- 8 ▶ A : VRAI.
B ; C ; D ; E : FAUX.
- 9 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; E : FAUX.
- 10 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; E : FAUX.
- 11 ▶ A : FAUX.
B : VRAI.
C ; D ; E : FAUX.
- 12 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; E : FAUX.
- 13 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; E : FAUX.
- 14 ▶ A : FAUX.
B : VRAI.
C ; D ; F : FAUX.
- 15 ▶ A ; B : FAUX.
C : VRAI.
D ; E : FAUX.