

Octobre 2014

SCIENCE
et
CULTURE
a.s.b.l.



La chimie et la physique dans le corps humain



Service public de Wallonie



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES



Auteurs de ce livret guide :

Stéphanie KRINS¹, Marie SULEAU¹, Raphaël CLOSSET^{1,3}, René CAHAY^{1,2,3},
Hervé CAPS^{1,4}, Claude HOUSSIER^{1,2,3}, Brigitte MONFORT^{1,2}, Roger MOREAU^{1,4},
François REMY^{1,2,4,5}

Support technique et illustrations : Aude LEMAIRE¹ et Bernard GUILLOT¹, APE.

L'a.s.b.l. Science et Culture tient à remercier tout spécialement :

- La Direction du Département du Développement Technologique du Service Public de Wallonie ;
- La Direction générale de l'Economie et de l'Emploi du Ministère de la Région Wallonne ;
- Le Service de l'Education Permanente de la Fédération Wallonie-Bruxelles ;
- La Direction Générale du Service des Affaires Culturelles de la Province de Liège ;
- MM. A. CORHAY, Recteur et B. RENTIER, Pro-Recteur de l'Université de Liège ;
- M. R. CLOOTS, Vice-Recteur à la Recherche de l'Université de Liège ;
- M. P. PONCIN, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Liège ;
- M. T. BASTIN, Président du Département de Physique de l'Université de Liège ;
- M. J.F. FOCANT, Président du Département de Chimie de l'Université de Liège ;
- Le GRASP⁴ (Group for Research and Applications in Statistical Physics) ;
- Mme M. JAMINON, Directrice et M. P. CUYPERS, Animateur, Maison de la Science ;
- Mme M. L. MOREAU-COLIN⁴, Chef de Travaux hre ;
- Mme L. PETRE, Pharmacienne et Maître de stage de l'Université de Liège ;
- Mmes Ch. PROSPERI⁴ et C. XHROUET³, Logisticiennes ;
- Mlle S. KOSTA⁵, MM. S. COLLIENNE⁴, C. DUBOIS⁴, P-X MARIQUE⁴, D. BAGUETTE⁴, présentateurs (physique) ;
- Mmes V. BERTRAND³, J. DEWALQUE³, C. TOUSSAINT³, C. VIEUJEAN³ et MM. S. CARION³, T. DEFIZE³, N. LAMBORELLE³, F. STEVENS³, présentateurs (chimie) ;
- Mmes J. JAMIN et L. BILQUIN L et M. A. FREDERIX, Administration des Ressources Immobilières, ULg ;
- Mme J. CRAHAY-DETILLOUX⁴, M. J.M. LENOIR⁴, techniciens, ULg ;
- M. J. BEERNAERTS, Managing Director of NEMO33.

1: ASBL Science et Culture

2: Laboratoire d'Enseignement Multimédia de l'ULg (LEM)

3: Département de Chimie de l'ULg

4: Département de Physique de l'ULg

5: Département d'Astrophysique de l'ULg

La chimie et la physique et dans le corps humain

par

Science et Culture asbl

du 30 septembre au 24 octobre et du 3 au 4 novembre 2014

Démonstrations expérimentales organisées sur réservation,
tous les lundis, mardis, jeudis et vendredis à 10h et à 13h45, et les mercredis à 10 h.
en la salle de Théâtre de l'ULg au Sart Tilman

Science et Culture est une association sans but lucratif (a.s.b.l.) fondée en 1954 qui œuvre à la diffusion des sciences et de la culture pour un public aussi large que possible.

Parmi ses activités principales, figurent l'organisation d'expositions scientifiques orientées vers le public des élèves de l'Enseignement secondaire et l'organisation de conférences pour le grand public. De plus, Science et Culture produit des livrets-guides d'expositions et édite un bulletin bimestriel à l'attention de ses membres.

Pour plus d'informations sur nos activités : www.sci-cult.ulg.ac.be

A.S.B.L. Science et Culture
Institut de Physique B5, Sart Tilman
B-4000 Liège

tél: 04/366.35.85
courriel: sci-cult@guest.ulg.ac.be

Table des Matières

La chimie dans le corps humain

Introduction	3
La digestion	3
Les enzymes	3
- Influence de la température.....	3
- Influence du pH.....	3
- La catalyse enzymatique	4
Les transformations chimiques des aliments	4
- Les glucides ou sucres.....	4
- Les lipides.....	8
- Les protéines.....	10
Les antiacides	12
- Les antiacides et leur composition.....	12
La respiration	13
La respiration cellulaire : une combustion douce ... 13	
- L'ATP, réserve d'énergie de la cellule	13
- Les carburants pour la respiration cellulaire	14
La thermorégulation	15
- La thermogénèse (production de chaleur)	15
- La thermolyse (perte de chaleur).....	15
La circulation sanguine	15
Le sang	15
- Le plasma	15
- Les cellules sanguines	15
- Les groupes sanguins.....	16
- Le pouvoir tampon du sang.....	17
Radicaux libres et antioxydants	18
- Les radicaux libres	19
- Les antioxydants : systèmes de défense contre les radicaux libres	19
- Conséquences du stress oxydant	19
- Les antioxydants dans l'industrie alimentaire	19
Le transport membranaire	20
- La diffusion de l'eau	20
- Effet de l'osmose sur les globules rouges	21
Les molécules chirales	22
- Importance des molécules chirales.....	22
- Certains récepteurs olfactifs sont chiraux	23
- L'ADN	23
Le système nerveux	24
- Les neurotransmetteurs : messagers chimiques essentiels	24
- Exemples de neurotransmetteurs impliqués dans de nombreuses fonctions	24
- Effets des drogues sur les neurotransmetteurs	25
- Exemples de substances psychoactives.....	25

Quiz - Vrai ou Faux ?	26
Bibliographie	26

La physique dans le corps humain

La biomécanique	27
Notions élémentaires en mécanique	28
- Les forces	28
- Le poids	28
- Le centre de gravité.....	28
- Les trois lois de Newton	28
- Le travail d'une force	29
- L'énergie	29
Les muscles	30
- Energie élastique d'un ressort	31
- Modélisation du muscle en biomécanique	31
Les moments de forces	31
- Les leviers	32
L'équilibre	34
La pression	35
- La pression dans les os	35
Les fluides	36
Masse volumique d'un fluide	36
Gaz parfaits	36
- La respiration	36
Pression dans un fluide	37
- Loi de Pascal	37
- Pression hydrostatique	38
- Isotropie de la pression	39
La viscosité	39
Le nombre de Reynolds	40
- Ecoulement turbulent	40
- Ecoulement laminaire	40
- Ecoulement du sang dans le corps humain	40
Le débit	42
- Le débit cardiaque	42
- Débit d'oxygène.....	42
Electricité dans les neurones	43
Propagation de l'influx nerveux le long de l'axone .. 43	
- Modélisation physique de l'axone.....	43
- Rappels d'électricité.....	43
- Equivalence électrique de l'axone.....	44
Le corps, conducteur électrique	45
Les ondes dans le corps humain	47
Le son	47
La lumière	49
Rayonnements et corps humain	49
- Le rayonnement infrarouge	49
- Rayons X et radiographie	51
- La scintigraphie.....	51
- Le PET Scan	52

Quiz - Vrai ou Faux ?	couverture III
Bibliographie	couverture III

La chimie dans le corps humain

Introduction

Pour vivre et survivre, c'est une évidence, l'être humain doit se nourrir et respirer. Ce sont les aliments que nous ingérons qui, convertis en énergie, actionnent cette belle mécanique qu'est le corps humain.

Contrairement à l'automobile, le corps humain possède sa propre unité de raffinage interne. En effet, c'est le système digestif qui assure la fragmentation des aliments, tandis que le système respiratoire assure les échanges gazeux par divers mécanismes de diffusion (apport d'oxygène, rejet de dioxyde de carbone).

Le système circulatoire permet l'acheminement des nutriments (carburant) et de dioxygène (comburant) vers toutes les cellules du corps.

La chimie est donc à l'œuvre dans le corps humain, de façon omniprésente, à travers **la digestion, la respiration, la circulation sanguine**,

La digestion [1, 2]

La digestion concerne l'ensemble des processus au cours desquels les aliments ingérés sont dégradés par hydrolyse enzymatique en nutriments assimilables par les cellules. En effet, la plupart des nutriments présents dans l'alimentation sont de grandes molécules (macromolécules) qui ne peuvent pas être absorbées directement dans l'intestin du fait de leur taille.

Les aliments commencent à subir une transformation mécanique au niveau de la bouche et de l'estomac. Ils sont réduits en bouillie par mastication, broyage et malaxage. La seconde transformation est principalement chimique ; elle commence dans la bouche avec la salive puis se poursuit au niveau de l'estomac et de l'intestin. Les sucs digestifs constitués d'enzymes dégradent par hydrolyse les aliments en nutriments assimilables.

Dans le tube digestif, les aliments subissent donc une série de dégradations mécaniques et chimiques qui «découpent» les éléments nutritifs en nutriments suffisamment petits pour traverser la paroi intestinale. Ils passent dans le sang et dans la lymphe : c'est l'absorption. Le sang apporte ensuite les nutriments à tous les organes du corps. Ils pénètrent dans les cellules où ils sont utilisés comme éléments de construction ou comme source d'énergie. Les éléments non assimilés sont rejetés sous forme d'excréments.

Les enzymes [3]

Les enzymes sont des biocatalyseurs augmentant la vitesse d'une réaction qui normalement ne se déroule qu'à vitesse très faible. Il s'agit essentiellement de protéines. Les enzymes agissent à très faible concentration et sont retrouvées intactes après la réaction de catalyse. Une enzyme est spécifique d'un substrat (substance à décomposer) et ne peut catalyser d'autres réactions que celle qui lui est spécifique. Ainsi, la glucose oxydase ne peut catalyser que l'oxydation du glucose et n'a aucune action sur le galactose ou le saccharose.

Les enzymes sont sensibles aux caractéristiques du milieu. Elles ne sont actives de façon optimale que dans des intervalles plus ou moins étroits de température et de pH.

Influence de la température

Lorsque la température augmente, l'agitation moléculaire qui en résulte accroît la fréquence des collisions entre l'enzyme et son substrat. Mais lorsque la température est supérieure à la température optimale, la structure spatiale de l'enzyme est modifiée. Cette modification peut altérer définitivement l'enzyme qui est alors dénaturée.

Influence du pH

Une modification du pH entraîne une modification de la structure spatiale de la protéine et altère son activité.