



Haute école pédagogique
Avenue de Cour 33 — CH 1014 Lausanne
www.hepl.ch

Diplôme d'enseignement pour le degré secondaire II

De la Chimie à la Santé

Mémoire professionnel

Travail de

Nadège Pittard
Abdellatif Abderraziq

Sous la direction de

Jean-Christophe Decker

Membre(s) du jury

André Godinat

Lausanne,

Juin 2010

Table des matières

1. Introduction	3
2. Prise de connaissance des élèves de l'option santé	4
2.1. Question 1	4
2.2. Question 2	4
2.3. Question 3	5
2.4. Question 4	5
2.5. Question 5	6
3. Recherche d'intégration du thème de la santé dans le Programme d'études vaudois	7
3.1. Structure des corps ioniques et moléculaires	7
3.1.1. Les corps ioniques du corps humain	7
3.1.2. Les corps moléculaires du corps humain	7
3.2. Forces intermoléculaires, propriétés des corps et solubilité	9
3.2.1. Les vitamines	9
3.2.2. Les calculs rénaux	12
3.2.3. Structure Based Drug Design	13
3.3. La stoechiométrie	14
3.3.1. Les perfusions	14
3.3.2. Les médicaments	15
3.4. Déroulement d'une réaction chimique	15
3.4.1. Les enzymes	15
3.5. Réactions d'oxydoréduction	17
3.5.1. La respiration cellulaire	18
3.5.2. L'oxydation d'un fruit	18
3.5.3. Les antioxydants	19
3.6. Les réactions acide-base	21
3.6.1. Les systèmes tampon du sang	21
3.6.2. Les réactions de neutralisation du système digestif	21
3.7. La biochimie	22
3.7.1. Les glucides	22
3.7.2. Les lipides	22
3.7.3. Les protéines	23
3.7.4. Les acides nucléiques	23
4. Feed-back d'une activité	24
5. Conclusion	24
6. Bibliographie	25
7. Documents cités en annexe	26
7.1. Document 1	26
7.2. Document 2	27
7.3. Document 3	34
8. Remerciements	38

1. Introduction

Conformément à la loi sur l'enseignement secondaire supérieur, l'Ecole de culture générale et de commerce¹ dispense un enseignement de culture générale mais qui se doit d'être proche des réalités professionnelles. En effet, ces trois années d'études ont pour objectif de prodiguer des savoirs aux élèves en vue de formations professionnelles spécialisées ou l'exercice d'une profession dans le domaine social ou commercial. A la fin de la première année commune à tous les élèves, ces derniers devront choisir pour les deux années suivantes une option, parmi cinq proposées, qui leur permettra de préciser leur aspiration de formation future. L'option santé conduit donc principalement à des formations dans le domaine de la santé. Elle doit, en plus de dispenser les connaissances de base des sciences expérimentales et de développer les aptitudes scientifiques, enseigner l'utilisation des sciences dans la vie professionnelle.

A la lecture du programme d'étude vaudois, deux objectifs de la chimie enseignée en option santé méritent de retenir notre attention dans le cadre de notre mémoire professionnel :

- Privilégier des démarches interdisciplinaires pour aborder des sujets d'actualité ou présentant un intérêt particulier aussi bien pour la curiosité des élèves que pour leur future formation professionnelle.
- Approfondir les notions fondamentales de la chimie, notamment en relation avec les sciences de la santé.

Or, lors de nos stages pratiques d'enseignement, il nous a semblé que ces objectifs étaient parfois difficiles à intégrer au programme de chimie. D'une part, la notion d'interdisciplinarité dans l'enseignement de la chimie n'est pas encore assez observée. Cela provient en partie du fait qu'il n'y a pas suffisamment d'échanges entre les enseignants des sciences expérimentales. De même, lors des études de ces disciplines au niveau universitaire, pratiquement aucun lien n'est établi entre elles. D'autre part, établir des cours de chimie en relation avec les sciences de la santé demande beaucoup de temps de recherche. Les enseignants n'ont pas forcément ce temps à disposition ou même des idées de sujets liés à cette thématique qu'ils pourraient exploiter en cours de chimie.

Notre mémoire professionnel a donc comme objectif principal de proposer des sujets et des activités en relation avec les sciences de la santé, utilisables par les enseignants de chimie option santé et en accord avec le programme d'étude vaudois. Plus précisément, le contenu des cours de chimie en 2^{ème} et 3^{ème} année est le suivant :

1. Structure des corps ioniques et des corps moléculaires.
2. Forces intermoléculaires et propriétés des corps moléculaires, solubilité.
3. Stoechiométrie (mole, concentration molaire, relations quantitatives dans les réactions chimiques, volume molaire d'un gaz).
4. Déroulement d'une réaction chimique : les facteurs affectant la vitesse ; les effets thermiques ; l'équilibre chimique (loi d'action de masse et principe de Le Châtelier).
5. Réactions d'oxydoréduction.
6. Acides, bases, réactions de neutralisation, notions de pH et effet tampon.
7. Chimie organique (les grandes familles et leurs propriétés).
8. Éléments de biochimie (structures chimiques des sucres, des lipides et des protéines).

Pour la quasi totalité de ces sujets, nous avons effectué des recherches et avons sélectionné des exemples de cours, des activités, exercices ou travaux pratiques. Une raison, supplémentaire à celle du respect du programme d'études vaudois, à l'enseignement de la chimie au travers du thème de la santé est que nous pensions, lors du choix du sujet de notre mémoire, qu'il peut avoir un aspect positif sur l'apprentissage de la chimie pour les élèves. C'est pourquoi nous avons testé auprès de nos élèves un laboratoire et récolté leurs avis. Nous nous sommes également rendu à un entretien à la HECV santé de lausanne afin de prendre connaissance de ce qui était enseigné dans cette formation qui pourrait être choisie par plusieurs élèves.

Notre mémoire professionnel comporte donc trois parties de développement, à savoir un questionnaire distribué aux élèves afin de mieux les connaître, le programme d'enseignement de la

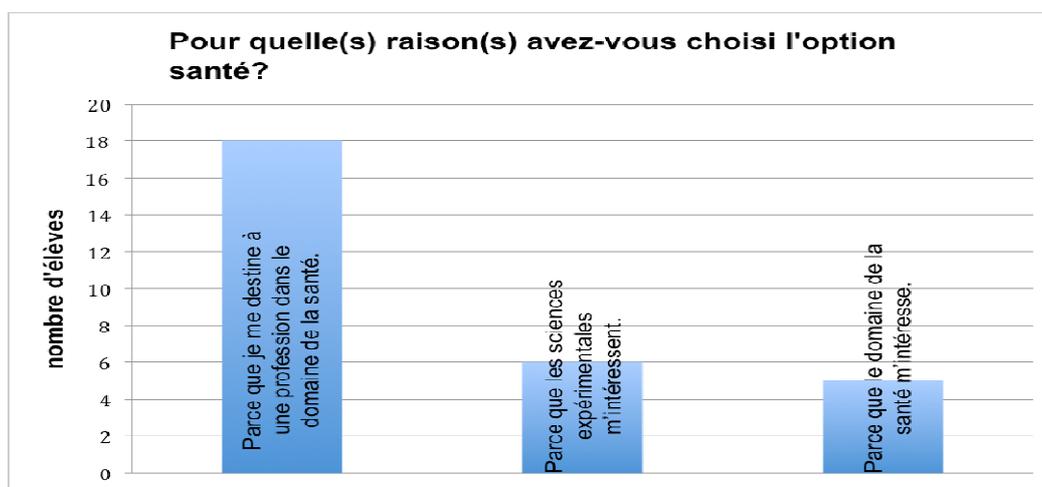
¹ « Ecole de culture générale et de commerce », DFJC

chimie en lien avec la thématique de la santé et l'analyse du feed-back des élèves concernant une activité.

2. Prise de connaissance des élèves de l'option santé

Afin de mieux connaître nos élèves ayant choisi l'option santé, nous leur avons distribué un questionnaire (c.f. *Annexe document 1*). Celui-ci met en évidence leur aspiration professionnelle, la raison de leur choix de l'option santé ainsi que leur avis sur le cours de chimie actuellement dispensé. Voici les résultats obtenus auprès de deux classes de deuxième année (25 élèves).

2.1. Question 1



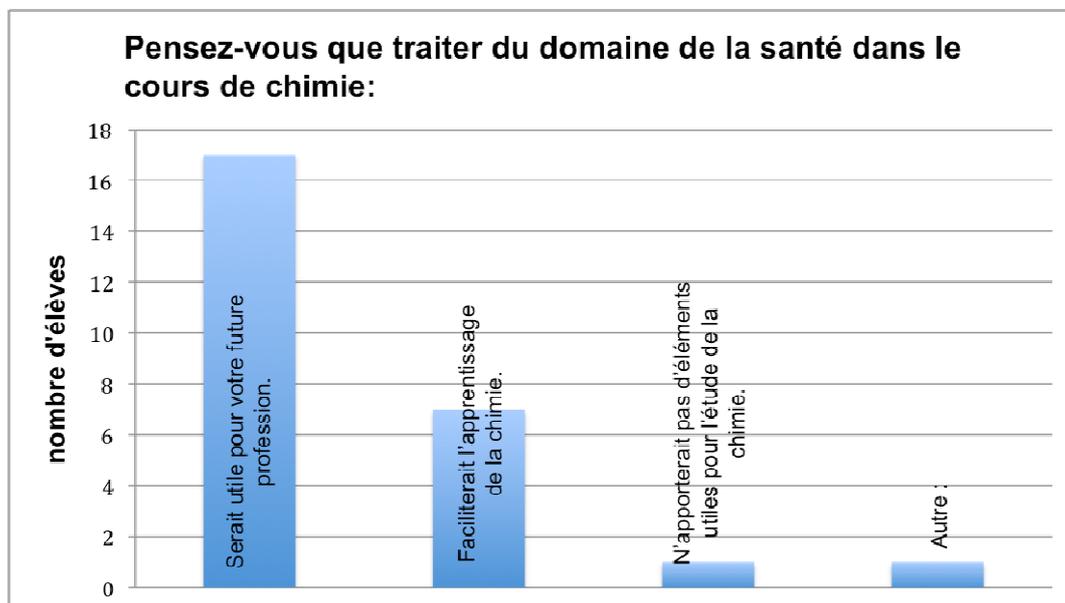
Une grande majorité des élèves se destinent à une profession dans le domaine de la santé, ce qui est tout à fait logique étant donné leur choix d'option. Il nous faut noter néanmoins un élément qui nous a surpris. En effet, si les professions d'infirmier, de technicien en radiologie ou de laborant sont des métiers accessibles avec un cursus scolaire « normal » (Ecole de culture générale et de commerce, HES santé), certains élèves désirent être médecin ou vétérinaire. Or, nous ne sommes pas sûrs que ces élèves soient conscients des études qu'ils auront à effectuer ni même les difficultés pour pouvoir les intégrer. Nous n'avons pas eu le temps d'approfondir cette question mais cela pourrait s'avérer utile pour les élèves d'en discuter.

2.2. Question 2



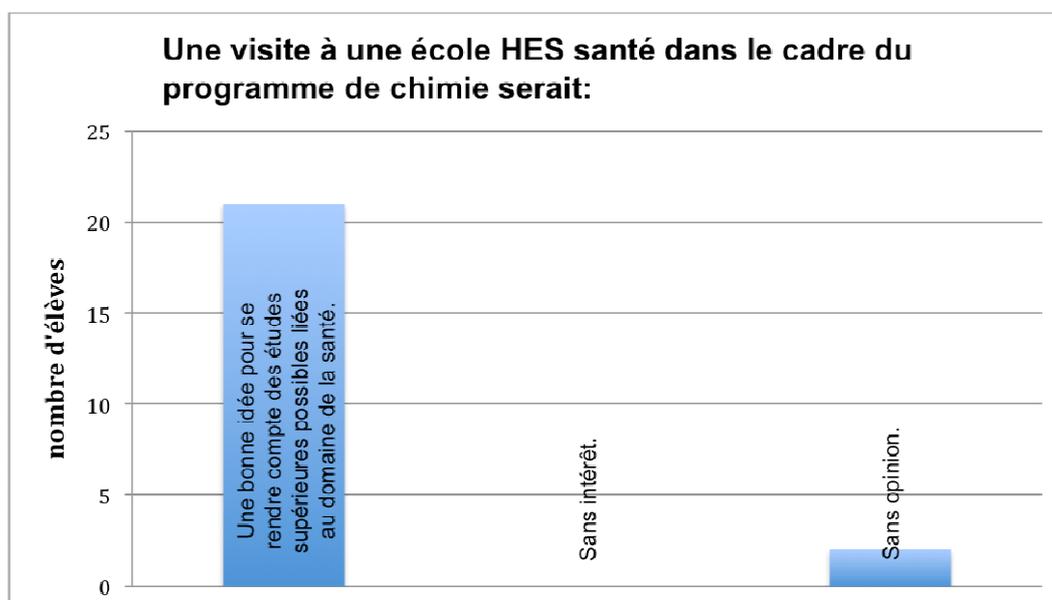
Près de la moitié des élèves estiment que leur cours de chimie est suffisamment en lien avec la santé. Mais nombre d'entre eux ont ajouté qu'ils souhaiteraient que ce thème soit abordé de manière plus approfondie. Notre démarche devrait donc permettre d'augmenter ou simplement de proposer de nouvelles activités, avec comme thématique la santé, aux enseignants de chimie.

2.3. Question 3



Une grande majorité pense que traiter du domaine de la santé serait utile pour leur future profession. Ils souhaitent donc qu'on les prépare au mieux pour leur vie professionnelle et ont donc un rapport professionnel avec le savoir.

2.4. Question 4

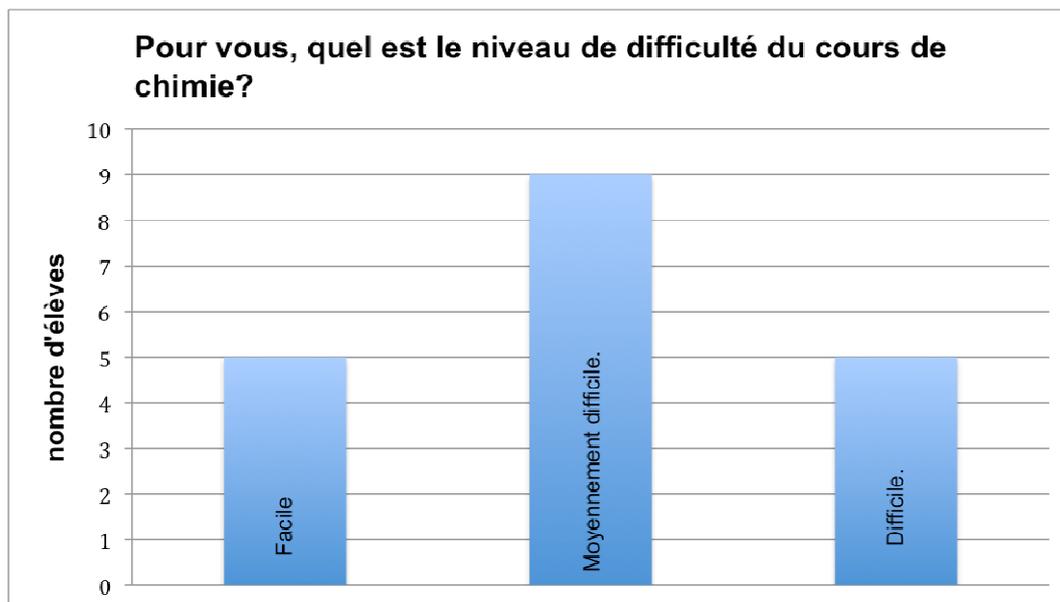


Pratiquement tous les élèves souhaitent faire une visite dans une HES santé. Etant donné que beaucoup d'entre eux n'ont pas de connaissances sur les formations des HES santé, nous sommes convaincus que cela leur serait utile.

N'ayant pas nous-même de connaissances sur cette possibilité d'étude avant notre mémoire professionnel, nous nous sommes rendus à la HECV santé de Lausanne dans la filière des soins

infirmiers. Nous avons eu un entretien avec Mme Marisa Maio, professeure HES, ainsi que deux autres enseignantes, Mme Anne Mairesse et Mme Anne-Françoise Pirlet, chargées de cours aux élèves de première année. Lors de cette discussion, nous avons notamment appris que les notions de base de chimie, enseignées à l'Ecole de culture générale et de commerce, sont considérées comme des pré-requis pour étudier la physiologie et la physiopathologie humaine. Les étudiants ont uniquement six périodes de cours en début de formation qui s'intitulent « rappels physico-chimiques ». Au delà de ça, les élèves doivent combler leurs lacunes eux-mêmes. Il est donc important de préparer au mieux les élèves et qu'il y ait une certaine cohérence dans l'enseignement entre le secondaire II et les Hautes Ecoles.

2.5. Question 5



Les élèves estiment le niveau de difficulté du cours de chimie de moyen à difficile pour la majorité. Après discussion, il s'agit surtout de l'utilisation des outils mathématiques en chimie qui leur pose la plus grande difficulté et parfois les empêche d'apprécier la chimie. Introduire plus fréquemment le thème de la santé et proposer des activités de réflexion sans utilisation des mathématiques pourrait motiver d'avantage les élèves et permettre un meilleur apprentissage des concepts de la chimie.

3. Recherche d'intégration du thème de la santé dans le Programme d'études vaudois

3.1. Structure des corps ioniques et moléculaires

- la liaison ionique - sphère d'hydratation	- la liaison moléculaire - les molécules polaires et apolaires
--	---

Ce chapitre étant le premier étudié en option santé, il est important de montrer le lien entre ces deux domaines scientifiques. Il s'agira alors d'introduire la structure des corps ioniques et moléculaires en utilisant des exemples composant le corps humain.

Le corps humain comporte plusieurs niveaux d'organisation. Le premier est défini par le niveau chimique où les atomes se combinent pour former les molécules comme l'eau ou les protéines. Ce n'est qu'à partir de ce niveau chimique que pourront se construire les autres, à savoir le niveau cellulaire, tissulaire, des organes, les systèmes puis enfin de l'organisme. La structure des corps ioniques et moléculaires qui composent la base de tout l'être humain revêt donc une importance primordiale. De même, ce sont les réactions chimiques qui rendent possible tous les processus physiologiques, comme le mouvement, la digestion ou même la pensée.

3.1.1. Les corps ioniques du corps humain

Plusieurs éléments chimiques sont présents dans le corps humain sous forme de corps ioniques. Les sels comme NaCl, KCl et Ca₂CO₃ sont communs dans l'organisme. Ces sels se dissolvent dans l'eau présente dans le corps humain. Sous forme d'ions, Na⁺, K⁺ et Cl⁻ jouent des rôles physiologiques importants. Par exemple, les propriétés électrolytiques des ions sodium et potassium sont essentielles à la propagation de l'influx nerveux et à la contraction musculaire. Cependant, les sels les plus abondants sont les phosphates de calcium qui confèrent leur dureté aux os et aux dents. Ces structures n'étant pas composées d'eau, les sels sont sous forme cristalline.

cations	sodium (Na ⁺)
	potassium (K ⁺)
	magnésium (Mg ²⁺)
	calcium (Ca ²⁺)
anions	Chlore (Cl ⁻)
	Sulfate (SO ₄ ⁻)
	Phosphate (PO ₄ ⁻)

Illustration 1- Les électrolytes du corps humain

3.1.2. Les corps moléculaires du corps humain

En ce qui concerne les corps moléculaires, plusieurs exemples de molécules du corps humain permettent de les illustrer. En effet, le CO₂ ainsi que l'O₂, deux gaz respiratoires, sont des molécules apolaires. A l'inverse, l'eau qui est le composé inorganique le plus abondant dans la matière vivante est une molécule polaire. Cette molécule représente 60 à 80% du volume de la plupart des cellules

vivantes. L'eau constitue le principal milieu de transport de l'organisme pour les nutriments, les gaz respiratoires et les déchets métaboliques. De plus, les molécules biologiques ne sont chimiquement réactives qu'en milieu aqueux. L'eau rend possible, de ce fait, pratiquement toutes les réactions chimiques de notre organisme.

Activité : Etude d'une étiquette d'Isostar

	Information nutritionnelle	100 ml	500 ml	
	Valeur énergétique	122	611	kJ
		29	144	kcal
	Protéines	0	0	g
	Glucides	6,7	33,5	g
	dont sucres	6,2	31	g
	Lipides	0	0	g
	dont saturés	0	0	g
	Fibres	0	0	g
	Sodium	0,07	0,35	g
	Calcium	32 = 4% (1)	160 = 2% (1)	mg
	Magnésium	12 = 4% (1)	60 = 20% (1)	mg
	Potassium	18	90	mg
	Vitamine B1	0,042 = 3% (1)	0,21 = 15% (1)	mg

Illustration 2 - Etiquette d'Isostar

(1) Apports journaliers recommandés

Composition de la sueur en mg/l	Perte liquidienne en litre à 20°C (course à pied)
- sodium 1200 - potassium 300 - calcium 160 - magnésium 36 - zinc 1,2 - fer 1,2 - manganèse 0.06 - vitamine C 50	30km 1,5 à 1,7 50km 2 à 2,5 100km 3 à 4

Illustration 3 – Composition de la sueur

- Déterminez quels sont les corps ioniques ou moléculaires entrant dans la composition de l'isostar.
- Quel est l'intérêt de boire de l'isostar lorsqu'on effectue une activité physique ?

Activité : Exercice de caractérisation des molécules polaires et apolaires

Voici quelques corps ioniques ou moléculaires composant ou produits par le corps humain.

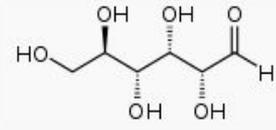
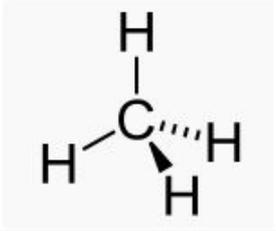
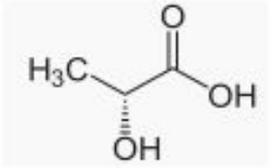
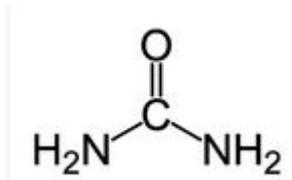
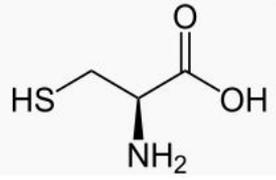
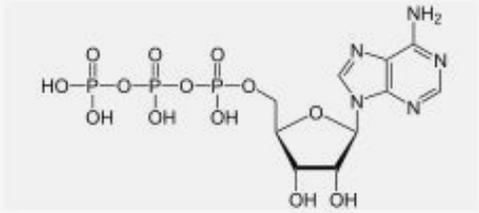
<p>Acide chlorhydrique</p> <p>H-Cl</p>	<p>Glucose</p> 	<p>Méthane</p> 	<p>Acide lactique</p> 
<p>Urée</p> 	<p>Cystéine</p> 	<p>ATP</p> 	

Illustration 4 – Corps ioniques et moléculaires du corps humain

- Parmi les corps moléculaires, déterminez lesquels sont polaires ou apolaires.

3.2. Forces intermoléculaires, propriétés des corps et solubilité

<ul style="list-style-type: none"> - force de London - force dipôle-dipôle - la liaison H 	<ul style="list-style-type: none"> - les propriétés des corps - la solubilité
--	---

Ce vaste chapitre offre de nombreuses possibilités d'aborder le thème de la santé. Nous traiterons deux sujets en particuliers : la solubilité et les propriétés des corps moléculaires. La solubilité sera illustrée par l'étude des vitamines ainsi que la formation des calculs rénaux. Les propriétés des corps seront quant à elles mises en évidence par l'étude d'une nouvelle technologie, la « Structure Based Drug Design » ou méthode de conception de médicaments.

3.2.1. Les vitamines

Les vitamines sont des composés organiques qui n'apportent pas d'énergie mais qui doivent être présents en certaines quantité pour assurer la croissance et garder l'organisme en bonne santé. On distingue deux familles de vitamines : les hydrosolubles et les liposolubles. Les vitamines liposolubles sont des molécules hydrophobes, peu polaires ou apolaires. Il existe quatre vitamines liposolubles : les vitamines A, D, E et K. Les vitamines liposolubles sont, comme leur nom l'indique, solubles dans les graisses. Elles s'accumulent dans les divers organes du corps, en particulier le foie, constituant des réserves.

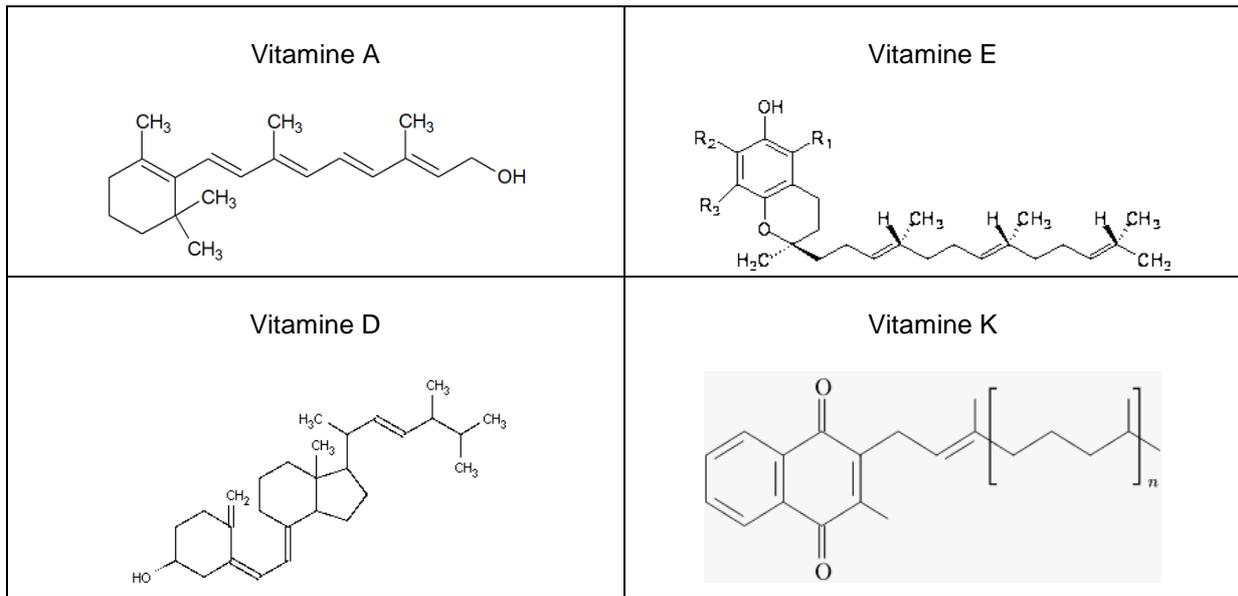
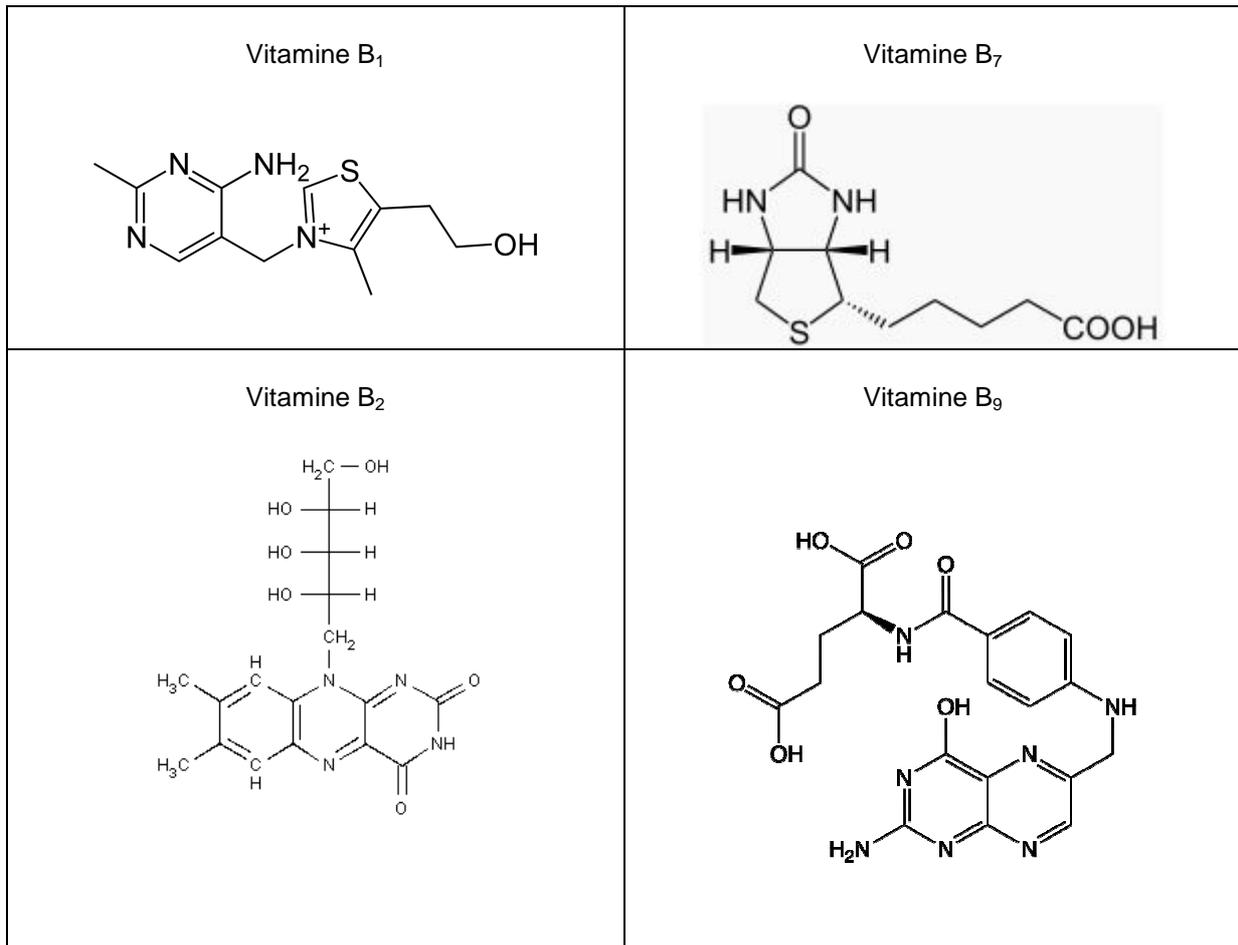


Illustration 5 – Les vitamines liposolubles

Les vitamines hydrosolubles sont donc solubles dans l'eau et, de ce fait, s'accumulent peu dans le corps, celles-ci étant en partie éliminées par les urines. Il en existe neuf : les vitamines C, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₉ et B₁₂. Toutes ces molécules sont polaires.



Activité : Etude d'une étiquette de vitamine

COMPLETE MULTI-VITAMIN Food Supplement
120 Tablets (Net Weight: 212.4g)

Nutrition Information
Serving Size: One (1) Tablet
Servings Per Container: 120

	Amount Per Serving	% RDA*		Amount Per Serving	% RDA*
Vitamin A	15,000 IU	563%	• Magnesium	10mg	3%
Vitamin C	250mg	417%	• Zinc	10mg	67%
Vitamin D	400 IU	200%	• Selenium	25mcg	36%
Vitamin E	150 IU	1500%	• Copper	1mg	50%
Thiamin	75mg	5357%	• Manganese	1mg	50%
Riboflavin	75mg	4688%	• Chromium	25mcg	21%
Niacin	75mg	417%	• Molybdenum	27mcg	36%
Vitamin B6	75mg	3750%	• Potassium	1.8mg	< 2%
Folate (folic acid)	400mcg	200%	• Inositol	75mg	**
Vitamin B12	75mcg	7500%	• Para-aminobenzoic acid	75mg	**
Biotin	300mcg	200%	• Choline	31mg	**
Pantothenic Acid	75mg	1250%	• Betaine	25mg	**
Calcium	20mg	3%	• Citrus Bioflavonoids	25mg	**
Iron	1.3mg	9%	• Rutin	25mg	**
Iodine	159mcg	106%	• Hesperidin	5mg	**
Lutein	250mcg	**	• Boron	500mcg	**

***RDA Means Recommended Daily Allowance**
****NO EU RDA established**

Other Ingredients: Dicalcium phosphate, stearic acid, silicon dioxide, croscarmellose sodium, calcium stearate, vegetable coating.

Food supplements are intended to supplement the diet and should not be substituted for a varied diet.

Illustration 7 – Etiquette d'un complément alimentaire multivitaminé

- Parmi les composants des comprimés, déterminez lesquels sont des corps ioniques ou moléculaires.
- Quelles remarques pourriez-vous faire concernant les doses de chaque vitamine et minéraux contenues dans un comprimé ?

3.2.2. Les calculs rénaux

Les calculs rénaux illustrent les problèmes de saturation des solutions². L'urine est composée à 95% d'eau et 5% de solutés. Parmi ces solutés, on retrouve l'urée, les ions Na⁺, K⁺, H₂PO₄⁻, SO₄²⁻ ainsi qu'en quantité très faible mais fortement variable les ions Ca²⁺, Mg²⁺ et HCO₃⁻. A l'état normal, les éléments cristallisables, comme Ca²⁺, sont maintenus à l'état soluble par la dilution des urines. Notre température du corps étant constante, pour qu'un cristal se forme et se développe, il faut que l'urine se trouve dans un état de sursaturation qui dépend de la concentration ionique de Ca²⁺ et du pH. L'oxalate de calcium est le calcul le plus fréquemment observé.



Illustration 8 – Calcul rénal

² Wikipedia, « Les calculs rénaux »



Illustration 9 – Radiographie de vessie



Illustration 10 – Calcul rénal coralliforme

3.2.3. Structure Based Drug Design

La « Structure Based Drug Design »³ est désormais un élément clé intégré à la recherche pharmacologique où les réductions de temps et de coût deviennent essentielles. Le principe de cette technologie consiste à déterminer les structures tridimensionnelles, en utilisant la cristallographie à rayon X et la RMN, d'une molécule clé du métabolisme impliquée dans une pathologie. Cette molécule, en général une protéine, possède une structure 3D qui conditionne ses propriétés chimiques ainsi que ses fonctions biologiques. Les médicaments sont alors conçus de telle manière qu'ils interfèrent avec une région spécifique de la molécule clé pour modifier son fonctionnement. En effet, pour qu'un médicament soit efficace, il faut qu'il y ait rencontre entre le médicament et la molécule cible. Ceci dépend alors de la dose administrée, de sa capacité à atteindre la cible et enfin de l'affinité entre la cible et le médicament. Cette dernière contrainte est liée à sa forme (longueur des liaisons, encombrement stérique, répulsions,...) et à sa structure électronique (une zone avec beaucoup d'électrons réagira préférentiellement avec une zone à faible densité électronique). La bioinformatique permet donc de simuler l'action de médicaments avant même qu'ils n'existent. Des logiciels reproduisent en 3D la structure du médicament et sa molécule cible, simulent leur rencontre en tenant compte des forces d'attractions et de répulsions qui s'exercent afin d'émettre l'hypothèse de l'efficacité du médicament. Cependant, si la molécule proposée apparaît active par la simulation, elle ne le sera pas forcément dans la réalité. Elle devra alors être synthétisée pour vérifier ses éventuels effets thérapeutiques. Des médicaments permettant la lutte contre le cancer, le HIV ou la grippe ont bénéficié de cette technologie de « Structure Based Drug Design ».

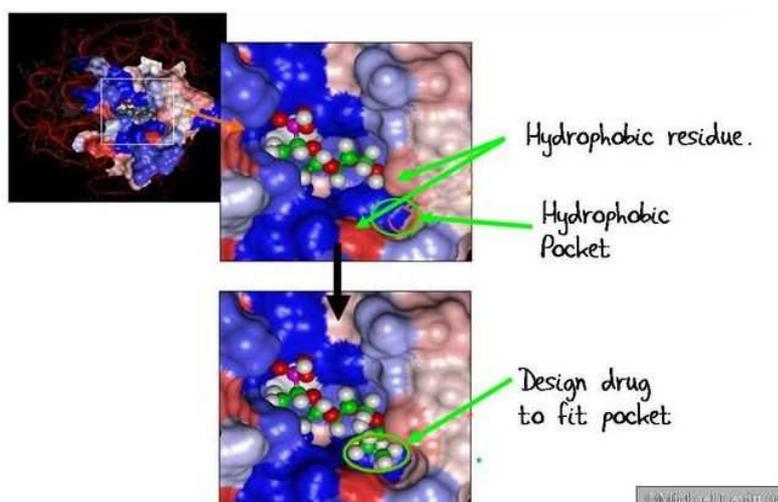


Illustration 11 – Structure Based Drug Design

³ Ferrer, J.-L., Renucci, A. (2006), « Les apports de la biologie structurale à l'innovation pharmaco-thérapeutique : application en pharmaco-design, un aperçu aux Etats-Unis »

3.3. La stœchiométrie

- La mole	- Calculs stoechiométrique
- Équations chimiques	- Les gaz
- Loi de Lavoisier	- Unités de concentration

La stœchiométrie, ou science qui mesure les proportions quantitatives dans lesquelles les éléments chimiques se trouvent, est un sujet aisément transposable au domaine de la santé. En effet, les notions d'analyse, de dosage et de préparation de solutions revêtent une importance primordiale dans le cadre des métiers de la santé.

3.3.1. Les perfusions

Tout d'abord, dans le domaine médical, la préparation d'une perfusion⁴⁵ permet l'introduction de solutés à concentration connue dans le système sanguin d'un patient. Le poids du corps étant constitué à 60% d'eau, les perfusions sont donc des solutions aqueuses. Si la concentration molaire est l'unité la plus utilisée pour la préparation de solutions en chimie, le domaine médical utilise la concentration de solution masse-volume. Il existe trois grandes catégories de solutés :

- Les solutés isotoniques, c'est-à-dire à concentration égale à celle du plasma sanguin, à base de NaCl et de glucose utilisés pour éviter toute déshydratation
- Les solutés glucosés ou solutés de nutrition qui assurent un apport calorique au patient
- Les solutés de remplissage à base de macromolécules pour augmenter la pression sanguine.

Il est important de préciser que les examens (c.f. *Annexe document 2*) de chimie des HES santé d'infirmiers de 1^{ère} année portent presque exclusivement sur les calculs de quantification. Il est à notre sens utile de pouvoir insister sur ce chapitre.

Activité : Préparation d'une perfusion de glucose

A quoi sert la perfusion de glucose ?

La perfusion de glucose⁶ est utilisée à l'entrée en clinique, ou dans le cas de problèmes médicaux (hémorragie, diarrhée, vomissements, ...). Elle permet la réhydratation, l'alimentation lorsque celle-ci est restreinte ainsi que l'absorption de médicaments par voie intraveineuse.

Le glucose est un glucide directement assimilable par l'organisme, sans transformation digestive : il est à absorption rapide.

On injecte la solution de glucose directement dans le sang, donc par voie intraveineuse.

Il existe des solutions de glucose commercial de 2,5 % à 50 %.

Pour préparer une solution aqueuse de concentration donnée, il existe deux méthodes :

- Dissolution d'un soluté dans l'eau.
- Dilution d'une solution mère

Préparation d'une solution aqueuse par dissolution d'un solide dans l'eau.

On souhaite préparer un volume $V = 100,0 \text{ mL}$ d'une solution sucrée (saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) de concentration massique $45,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

⁴ Raynert A., Testa P. (2004), « Solutés et pose de perfusions »

⁵ Sacrista S., Fourcade O., Kern D., Ferrier-Lewis A., Cathala B., « Les solutés de remplissages en médecine d'urgence »

⁶ « Préparation d'une perfusion de glucose », Academie de Toulouse

- Calculer la masse m de sucre à dissoudre et la concentration molaire de la solution préparée?
- Décrire les manipulations ainsi que le matériel nécessaire à cette préparation.

Préparation d'une solution aqueuse par dilution d'une solution de glucose de perfusion

On souhaite préparer un volume $V_f = 50,0$ mL d'une solution de glucose à 5%. En réserve, on dispose de glucose à 25 %.

- Calculer la masse de glucose contenue dans la solution finale que l'on veut préparer.
- Calculer le volume de la solution stock à prélever.
- Calculer la concentration molaire de la solution stock et de la solution finale.
- Décrire les manipulations ainsi que le matériel nécessaire à cette préparation.

3.3.2. Les médicaments

Activité et TP : Dosage d'un principe actif d'un médicament

Le dosage d'un principe actif d'un médicament dans une solution aqueuse est un autre aspect de la stoechiométrie. Différentes méthodes analytiques peuvent être étudiées en travaux pratiques ou en cours. Le dosage du bleu de méthylène dans un collyre⁷ ainsi que celui du Lugol dans une solution⁸ peuvent être étudiés avec l'absorbance. Celui du NaCl dans un sérum physiologique⁹ peut, quant à lui, être mesuré par conductimétrie.

3.4. Déroulement d'une réaction chimique

- Facteurs affectant la vitesse	- le principe de Le Châtelier
- L'équilibre chimique	- Les effets thermiques
- La loi d'action de masse	

3.4.1. Les enzymes

Lors de réactions chimiques, cinq facteurs peuvent influencer la vitesse de réaction : la nature des réactifs, la surface de contact, la concentration des réactifs, la température et les effets d'un catalyseur. Dans un laboratoire, il est donc possible de gérer les conditions les plus adéquates en jouant sur l'un ou l'autre de ces paramètres. Au sein d'un organisme, les conditions physiologiques compatibles avec la vie empêchent pratiquement toute modification de ces paramètres (exemple température) excepté le catalyseur. Toutes les réactions chimiques d'un être vivant sont catalysées par des enzymes.

Activité : Démonstration de l'hydrolyse de l'amidon

L'amidon est le sucre de réserve des plantes. C'est à dire que sous cette forme que les plantes mettent en réserve leurs surplus de glucose. On retrouve de l'amidon surtout dans les racines, les graines et les fruits. L'amidon est particulièrement abondant dans les céréales (riz, blé, maïs, etc.) et les tubercules (pommes de terre). En diététique, l'amidon est qualifié de « sucre lent », car il doit être réduit en sucres simples (par la digestion) pour permettre la production d'énergie nécessaire aux cellules. L'amidon représente la moitié des glucides apportés par l'alimentation chez l'homme.

Du point de vue chimique, l'amidon est formé de deux types de polymères de glucose : l'amylose et l'amylopectine. L'amylose est formée de *chaînes linéaires de glucose* alors que l'amylopectine est formée de *chaînes ramifiées faites de glucose*. Chaque molécule peut contenir de 100 à 20 000 glucoses. La *proportion amylose-amylopectine* varie en général de 1/5 à 1/4 pour l'amylose.

⁷ « Dosage du bleu de méthylène dans un collyre », Académie de Toulouse

⁸ Brasseur M. (2007-2008), « Deux antiseptiques », Lycée Michel de Montaigne

⁹ « Comment doser par conductimétrie le chlorure de sodium dans un sérum physiologique », Académie de Toulouse

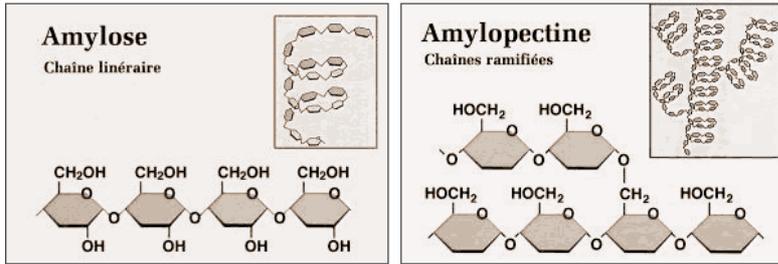


Illustration 12 – Amilose et amylopectine

Matériel :

- (1) Préparer un empois d'amidon 1 g/l
- (2) Solution d'eau iodée (Lugol)
- (3) Liqueur de Fehling A et B
- (4) Tubes à essai (pirex)
- (5) Bec bunzen

Préparer 6 tubes contenant chacun 5ml d'empois d'amidon :

Témoins		Hydrolyse par la chaleur		Hydrolyse enzymatique	
		Chauffer bec bunsen (1 min)		Ajouter enzyme (α amylase)	
5 gouttes eau iodée	5 gouttes Liqueur Fehling	5 gouttes Eau iodée	5 gouttes Liqueur Fehling	5 gouttes Eau iodée	5 gouttes Liqueur Fehling
Noter la couleur de chaque tube					
Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4	Tube 5	Tube 6

Remarque : L'eau iodée initialement brune orangée vire au violet en présence d'amidon. La liqueur de Fehling initialement bleue vire à l'orange en présence de sucres simples (ex : glucose).

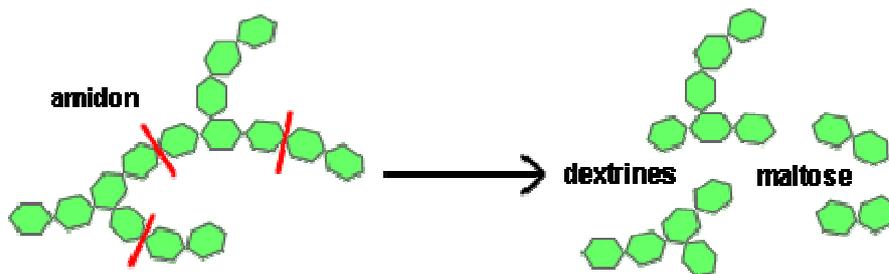


Illustration 13 – Hydrolyse de l'amidon

Hydrolyse de l'amidon grâce à la chaleur (Dextrinisation)

La chaleur vive va dérouler les grains d'amidon et les fractionner. Les fragments des molécules d'amidon sont appelés dextrines. Plus la cuisson est longue, plus il y a de coupures, plus les dextrines seront de petite taille, on obtient même des oses (glucose) et des diholosides (maltose) parfaitement solubles dans l'eau.

Hydrolyse enzymatique de l'amidon

Les enzymes sont des molécules organiques (protéines) qui permettent d'accélérer les réactions chimiques (catalyseurs) dans les conditions physiologiques. Elles déterminent à la fois le sens et le type de la réaction. Elles sont souvent spécifiques à un substrat donné, c'est-à-dire qu'elles n'agissent que sur une molécule dont leur nom est dérivé (amylase pour amidon). Il participe à la réaction mais il ne fait partie ni des produits, ni des réactifs et n'apparaît donc pas dans l'équation-bilan de cette réaction.

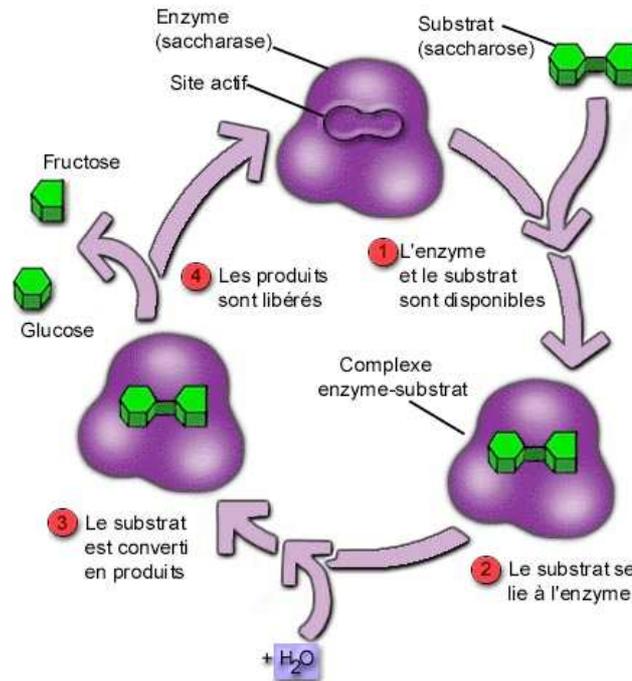


Illustration 14 – Hydrolyse enzymatique

3.5. Réactions d'oxydoréduction

Il existe de nombreuses réactions d'oxydoréduction dans le corps humain parmi lesquels le transport de l'oxygène. Une molécule d'hémoglobine est constituée de quatre chaînes chacune contenant en son centre un « hème » sur lequel est fixé un atome de Fer. En milieu fortement oxygéné, une molécule d'oxygène se fixe sur l'atome de Fer (Fer II orangé) et l'hémoglobine prend une couleur rouge vif. Lorsque la concentration en oxygène du milieu diminue, l'oxygène est libéré, le Fer est alors Fe III et l'hémoglobine prend une couleur rouge sombre. Ce qui explique la différence de couleur des sangs artériel et veineux.

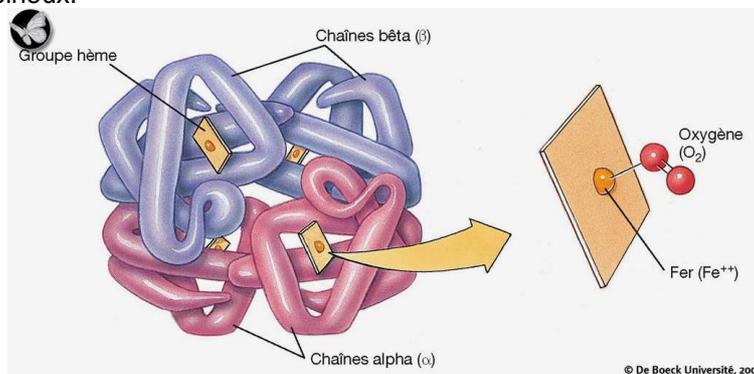


Illustration 15 - Hémoglobine

3.5.1. La respiration cellulaire

Activité : Exercice sur la respiration cellulaire

Dans les organismes, plusieurs réactions permettent de fournir une énergie utilisable par les cellules parmi lesquelles : la fermentation et la respiration cellulaire. Le glucose ($C_6H_{12}O_6$) est le carburant le plus fréquent.

Equation de la respiration cellulaire



- Donnez les deux demi-réactions ainsi que l'équation globale équilibrée.
- Déterminer l'oxydant et le réducteur.

3.5.2. L'oxydation d'un fruit

Activité : Etudes des conditions d'oxydation d'un fruit¹⁰

Matériel

- Une pomme (fruit) pas trop acide.
- Une lampe à UV.
- Un grand bécher.
- De l'acide citrique ou de l'acide ascorbique (servant d'antioxydant pour la pomme)
- Un citron et un presse agrume. (un couteau)
- Un petit bécher (50mL).
- Une pipette de 10mL, une fiole jaugée de 100mL, un bécher de 250mL.
- Une solution d'acide citrique à 10g/L (200mL).
- Poire de prélèvement réglable pré-réglée sur 10mL.
- Phénolphtaléïne.
- Burette graduée remplie préalablement de soude à 0,10 mol/L (zéro pré-réglé).
- Erlenmeyer.
- Agitateur magnétique.

Début de la séance : lancer une manipulation comparative sur l'oxydation :

Couper la pomme en quatre :

- Un quart placée à l'abri de l'air et de la lumière dans un bécher rempli d'eau.
- Un quart placé à l'air et protégé en le badigeonnant d'antioxydant. (ex :acide citrique)
- Un quart placé à l'air.
- Un quart placé à l'air et sous lampe UV.

Lancer les élèves dans un remue méninge sur leurs connaissances concernant les antioxydants (exemple, circonstances d'utilisation ...).Remarque : souvent les techniques de conservation ont le double rôle de conservation et d'antioxydant.

¹⁰ « Les antioxydants », Académie de Toulouse

Analyse des résultats expérimentaux

L'oxydation est non détectable pour la pomme à l'abri de l'air.

Elle est quasi inexistante pour la pomme protégée par une solution d'acide citrique.

Elle est notable pour la pomme laissée à l'air libre.

Elle est encore plus importante pour la pomme à l'air libre et sous rayonnement UV.

Conclusion

- L'air est responsable de l'oxydation (l'oxygène de l'air) ; cette oxydation est accélérée par le rayonnement UV.
- L'oxydation est ralentie par l'ajout de certaines substances chimiques (les antioxydants).

3.5.3. Les antioxydants

L'oxydation est due aux radicaux libres qui sont formés par l'oxygène et par les UV. Ces radicaux libres sont très réactifs et dégradent les molécules organiques. De plus ils entraînent des réactions en chaîne car en se stabilisant ils produisent à leur tour des radicaux libres.



Soit le corps répare les dégâts ou se défend grâce aux systèmes enzymatiques naturels de défense de la cellule (faisant d'ailleurs souvent appel à des oligoéléments). Soit les antioxydants stabilisent les RL pour ralentir leur action. Dans l'industrie agroalimentaire on ne peut utiliser que la seconde technique (l'utilisation d'antioxydants).

Activité : Etude d'un document sur les antioxydants

Document 1 : Radicaux libres (RL), oxydations cellulaires et antioxydants

Le vieillissement de l'organisme (des tissus, cellules, organes) est un phénomène biologique universel. Il existe plusieurs théories qui tentent d'en expliquer les causes et mécanismes. La théorie génétique explique le vieillissement comme un phénomène génétiquement programmé. Il existe également une théorie radicalaire suivant laquelle des molécules, appelées radicaux libres (RL), seraient impliqués dans le vieillissement physiologique de l'organisme.

Les RL sont des molécules qui contiennent un nombre impair d'électrons. Un des électrons externes n'est pas apparié, ce qui rend ces molécules instables. En effet, cet électron dit " célibataire " va tenter de s'apparier avec un électron appartenant à une molécule voisine. Cette dernière deviendra alors radical libre à son tour. Il se produit ainsi des réactions en chaîne aboutissant à des dénaturations ou destructions au niveau cellulaire, en particulier au niveau des membranes cellulaires.

La formation des RL

La formation des RL par voie *physiologique* : L'entretien de la vie nécessite l'utilisation obligatoire de l'oxygène. Cependant, une petite partie de l'oxygène que nous respirons aboutit, au niveau cellulaire, à la production de RL oxygénés. Ainsi, des RL oxygénés sont produits de manière constante dans l'organisme.

La formation des RL par voie *accidentelle* : Certaines agressions comme l'irradiation, les rayonnements U.V. ou les substances toxiques (alcool, certains médicaments, tabac, pollution..) peuvent entraîner une production exagérée de RL.

Les moyens de défense ou de contrôle de l'organisme contre les RL :

Les substances capables de défendre l'organisme contre l'oxydation excessive due aux RL sont appelées antioxydants.

Les systèmes enzymatiques naturels de défense de la cellule : catalases, dismutases...

Pour être fonctionnels, ces systèmes nécessitent la présence de certains oligo-éléments : cuivre, sélénium, zinc et manganèse.

Les substances apportées par l'alimentation qui piègent les RL : Vitamines E (huiles végétales ; fruits oléagineux ; germes de céréales) Vitamine C (fruits et légumes ; abats) Caroténoïdes (bêta-carotène, lycopène ...) Ce sont des pigments naturels des plantes allant du jaune au rouge. Polyphénols (anthocyanes, tanins ...). Ce sont des pigments naturels présents dans les plantes.

Document 2 : Ingrédients

POTAGE DÉSHYDRATÉ "MINISTRONE" AUX LÉGUMES ET AUX PÂTES.
Ingrédients du potage déshydraté :
Légumes (44%) : pomme de terre, tomate, haricot blanc, oignon, haricot rouge, carotte, haricot vert, petit pois ; pâtes (29%), féculé de pomme de terre, sel, huile de tournesol, sirop de glucose, sucre, huile d'olive (0,7%), arômes, ail, graine de céleri, persil, jus de betterave rouge, antioxygènes : E223, E307, E320.

Ingrédients : Blanc de poulet, sel, dextrose de blé, arômes, lactose. Colorant : caramel ordinaire. Antioxygène : érythorbate de sodium. Conservateur : nitrite de sodium.
CONDITIONNÉ SOUS ATMOSPHÈRE PROTECTRICE
À CONSOMMER RAPIDEMENT APRÈS OUVERTURE - À CONSERVER ENTRE 0 ET +4°C

CÉRÉALE KELLOGG'S ORIGINAL CORN FLAKES (39%) (MAÏS, SUCRE, ARÔME DE MALT, SEL, SIROP DE GLUCOSE, VITAMINES (PP, B6, B2, B1, B8, B12), FER), LAIT CONCENTRÉ SUCRÉ (12%), SIROP DE GLUCOSE, POUVRE DE LAIT ÉCRÉMÉ (10%), HUILE VÉGÉTALE HYDROGÉNÉE, SUCRE, SIROP DE SUCRE INVERTI, FRUCTOSE, HUMECTANT (GLYCÉROL, SORBITOL), CARBONATE DE CALCIUM, MATIÈRE GRASSE DU LAIT, LACTOSE, ÉMULSIFIANT (LÉCITHINE DE SOJA), CORRECTEUR D'ACIDITÉ (DIPHOSPHATES), VANILLINE, ANTIOXYDANTS (PALMITATE D'ASCORBYLE, ALPHA-TOCOPHÉROL).

Document 3 : Quelques antioxydants utilisés par l'industrie agro-alimentaire

Anti-oxygènes (E300 à E399):

Ils permettent de prolonger la conservation des aliments, évitent le changement de couleur de certains fruits et légumes et le rancissement des graisses ; ils préviennent l'altération des denrées par l'oxygène ou la lumière.

- E300** : Acide 1-ascorbique (vitamine C).
- E301** : 1-ascorbate de sodium (sel de sodium de l'acide 1-ascorbique).
- E304** : Acide palmityl 6-1-ascorbique (palmitate d'ascorbyle).
- E306** : Tocophérols. (Vitamine E) (Extrait naturel).
- E307** : Alpha-tocophérol de synthèse.
- E320** : BHA ou Butylhydroxyanisol.
- E322** : Lécithines.
- E325** : Lactate de sodium. (Sel de sodium de l'acide lactique).
- E330** : Acide citrique.
- E331** : Citrates de sodium (Sels de sodium de l'acide citrique).

Remarque : Certains antioxydants, comme le E223 possèdent de plus des propriétés antiseptiques, qui permettent de prévenir les infections dues aux « microbes » (exemple : bactéries, moisissures).

Questions

1) D'après l'étiquette des blancs de poulets, quelles sont les précautions prises par le fabricant contre l'oxydation ?

Réponse : Ajout d'antioxydants et conditionné sous atmosphère protectrice (pour éliminer l'oxydation due à l'oxygène de l'air).

2) Justifier les conseils de conservation des blancs de poulet.

Réponse : La conservation au frigo ralentit les réactions et limite le développement des organismes pathogènes. Après ouverture, l'aliment n'est plus sous atmosphère protectrice et doit être consommé rapidement.

3) Donner les codes des antioxygènes contenus dans les céréales.

Réponse : E304 ; E 307

4) Donner le nom des antioxygènes contenus dans le potage déshydraté.

Réponse : E307 : Alpha-tocophérol de synthèse.

E320 : BHA ou Butylhydroxyanisol

5) Les antioxydants utilisés par l'industrie agro-alimentaire sont des espèces chimiques de synthèse. De quelles espèces se sont inspirés les chimistes ? Comparer E300 et E301.

Réponse : Les chimistes se sont inspirés d'espèces chimiques naturelles présente dans les aliments et qui les protègent naturellement de l'oxydation (Vitamine C par exemple). Ainsi le E300 est la copie exacte de la vitamine C naturelle ; le E301 est une espèce chimique très voisine (qui n'apporte pas d'acidité).

6) On trouve sur l'étiquette d'un aliment : "Correcteur d'acidité : acide citrique". L'acide citrique ajouté par le fabricant à un autre rôle, passé sous silence, lequel ?

Réponse : L'acide citrique est aussi un antioxydant : le E330.

7) Les oligoéléments cuivre, sélénium, zinc et manganèse interviennent dans la protection de l'organisme contre les radicaux libres. Rappeler la définition de ce qu'est un oligoélément.

Réponse : Un oligoélément est un élément chimique indispensable à l'organisme mais présent en toute petite quantité dans le corps. (Moins de 5g).

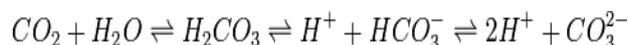
3.6. Les réactions acide-base

- définition des acide-base	- les réactions acide-base
- l'échelle des pH	- les solutions tampon

Les cellules vivantes sont très sensibles aux variations même légères du pH de leur environnement. En effet, du fait de leurs nombreuses liaisons hydrogène, toutes les protéines fonctionnelles sont influencées, dans leur structure et leur fonctionnement, par la concentration en ions H_3O^+ . La régulation de l'équilibre acido-basique des liquides du corps humain est essentielle. Certains acides proviennent de l'alimentation mais la majorité est produite par la dégradation de protéines contenant du soufre ou des phospholipides ainsi que par la liaison et le transport du gaz carbonique dans le sang.

3.6.1. Les systèmes tampon du sang

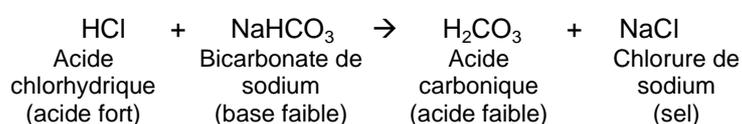
Le pH du sang artériel se situe normalement entre 7,35 et 7,45. Un pH supérieur à 7,45 correspond donc à l'alcalose tandis qu'un pH inférieur à 7,35 correspond à l'acidose. Le sang artériel est donc d'un point de vue chimique légèrement acide. Pour maintenir l'équilibre acido-basique à un pH entre 7,35 et 7,45, des systèmes tampon chimiques sont présents, dont le plus important est le système acide carbonique-bicarbonate. L'acide carbonique se dissocie de façon réversible en libérant des ions bicarbonate et des protons. L'équilibre entre l'acide carbonique, un acide faible, et l'ion bicarbonate, une base faible, s'oppose aux changements du pH sanguin.



L'ajout d'un acide déplace les équilibres vers la gauche (avec, éventuellement, dégagement de dioxyde de carbone), tandis que l'ajout d'une base les déplace vers la droite (avec, éventuellement, précipitation d'un sel carbonaté). Ceci donne au bicarbonate, qui occupe la place intermédiaire, une fonction tampon.

3.6.2. Les réactions de neutralisation du système digestif

Si l'équilibre acido-basique du sang artériel met en évidence les systèmes tampon, une étape de la digestion illustre les réactions de neutralisation. En effet, le chyme acide de l'estomac a un pH 2 et est neutralisée par le suc pancréatique, dont le pH est 8, selon la réaction suivante :



Activité de TP : Formulation et dosage de l'aspirine

Le principe de cette expérience¹¹ est, d'une part, de mettre en évidence le principe actif de l'aspirine et ses excipients et, d'autre part, de doser l'acide acétylsalicylique par titration acide-base. La titration sera effectuée à deux températures différentes afin de mettre en évidence la forme chimique assimilée par notre organisme.

3.7. La biochimie

- les glucides	- les protides
- les lipides	- les acides nucléiques

La biochimie est de part sa nature directement liée au domaine de la santé. En effet, elle est la discipline qui étudie la composition chimique de la matière vivante ainsi que les réactions chimiques qui s'y déroulent. Les principales catégories des molécules étudiées en biochimie sont les glucides, les lipides, les protides et les acides nucléiques.

3.7.1. Les glucides

Les unités de bases des glucides sont les monosaccharides dont les plus importants sont les hexoses (glucose, fructose) et les pentoses (riboses, désoxyriboses). Les disaccharides (lactose, maltose) et les polysaccharides (amidon, glycogène) sont formés de monosaccharides liés entre eux. Les glucides, en particulier le glucose, sont la principale source d'énergie servant à la formation d'ATP lors de la respiration cellulaire. L'excès de glucose est stocké sous forme de glycogène dans le corps humain ou converti en graisse en tant que réserve énergétique.

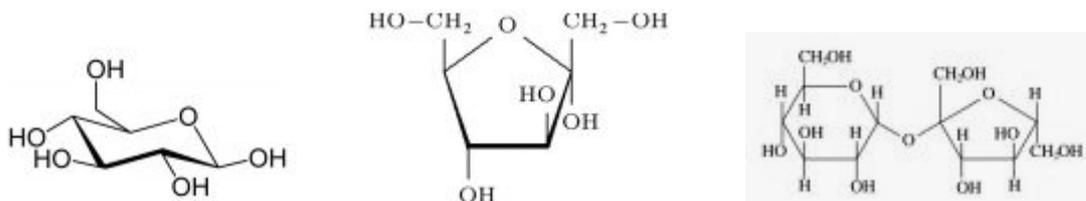


Illustration 16 – Glucose, fructose et saccharose

3.7.2. Les lipides

Il existe différents types de lipides. Les graisses neutres sont formées de glycérol et de chaîne d'acides gras. Elles sont surtout présentes dans les tissus adipeux et ont une fonction d'isolant et de réserve énergétique. La consistance d'une graisse neutre à température ambiante dépend de la longueur de ses acides gras ainsi que de leur degré de saturation par les atomes d'hydrogène. Les chaînes d'acides gras qui ne contiennent que des liaisons covalentes simples entre les atomes de carbone sont dites saturées. Les acides gras comprenant une ou plusieurs liaisons doubles sont insaturés. Les phospholipides sont des graisses neutres composées d'un groupe phosphate. De ce fait, ils possèdent une extrémité polaire et une partie apolaire. Ils constituent les membranes cellulaires. Les stéroïdes ont une structure très différente des graisses, comme en démontre la structure du cholestérol, stéroïde le plus important pour l'être humain.

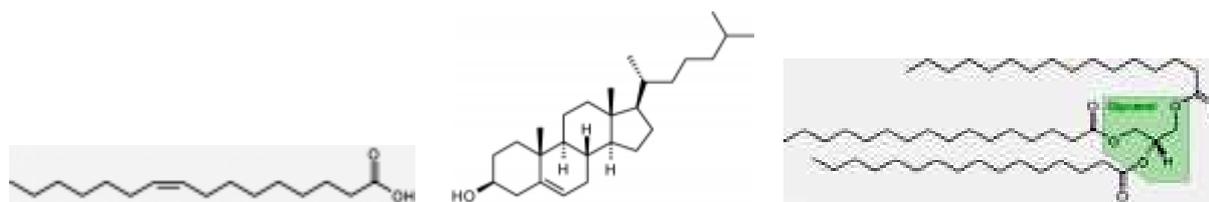


Illustration 17 – Acide oléique, cholestérol et triglycéride tripalmitoylglycérol

¹¹ « Formulation et dosage de l'Aspirine », Académie de Toulouse

3.7.3. Les protéines

Les protéines sont le principal matériau structural de notre organisme. Elles jouent également un rôle essentiel dans le fonctionnement cellulaire, comme les enzymes, l'hémoglobine ou les protéines contractiles des muscles, par exemple. Toute protéine se caractérise par le nombre d'acides aminés, unité de base des protéines, par leur séquence ainsi que par sa structure tridimensionnelle.

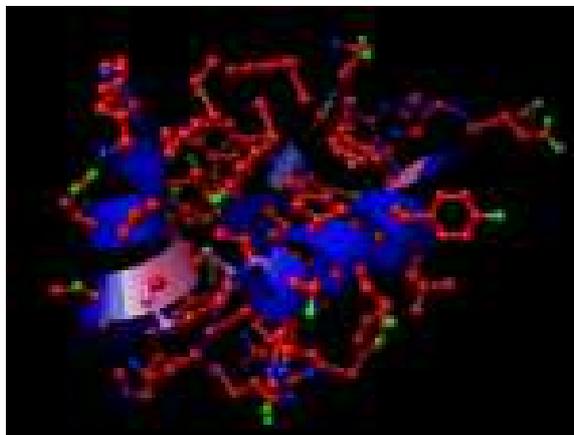


Illustration 18 - Insuline

3.7.4. Les acides nucléiques

Les acides nucléiques sont l'acide désoxyribonucléique ADN, qui constitue le matériel génétique, et l'acide ribonucléique ARN formé lors de la transcription de l'ADN. Ils sont formés d'une base azotée (A, T, G, C), d'un sucre et d'un groupement phosphate.

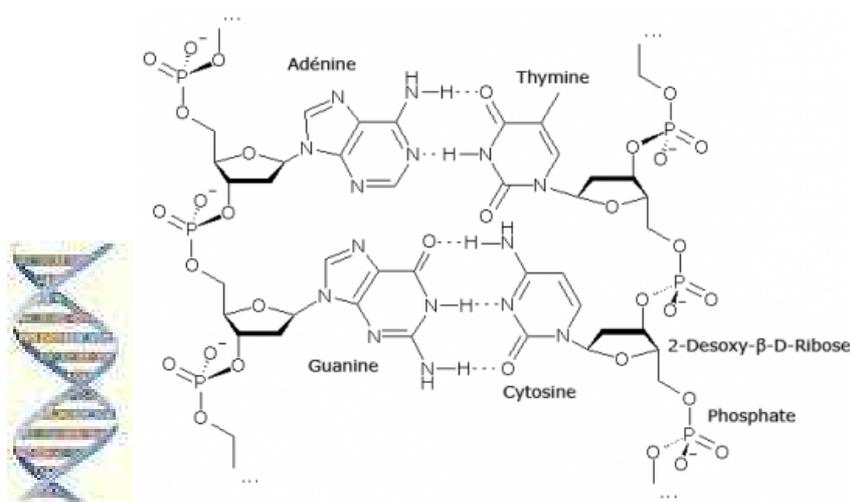


Illustration 19 - ADN

TP : Etude des constituants d'une pomme

Le principe de cette expérience¹² est de détecter et mettre en évidence certaines substances chimiques présentes dans une pomme. Les élèves devront répertorier les substances chimiques en utilisant leurs sens et pratiquant quelques expériences simples. Les élèves devront comparer la fiabilité et la précision des résultats obtenus par l'utilisation des sens ou par des procédés chimiques. Ces manipulations simples pourraient être effectuées en classe par le maître, les élèves observant les résultats. Les constituants mis en évidence sont : l'eau, les sucres (glucose, amidon), l'acide malique (responsable de l'acidité), les colorants de la peau et les graisses.

¹² « Comment détecter et mettre en évidence certaines substances chimiques présentes dans une pomme », Académie de Toulouse

4. Feed-back d'une activité

Afin de déterminer si, comme nous le pensions, le fait d'aborder le thème de la santé permet un meilleur apprentissage pour les élèves, nous avons effectué auprès d'une classe un laboratoire (cf. *Annexe document 3*) ayant comme sujet le lait. Le principe de cette expérience consiste à déterminer les degrés Dornic, caractéristique de la fraîcheur du lait, en dosant l'acide lactique de celui-ci. Les élèves avaient déjà effectués une titration acide-base mais avec du vinaigre. Il s'est avéré que les élèves se sont montrés beaucoup plus participatifs dans l'expérience avec le lait, certains ayant comme justification que le vinaigre ne leur « parle » pas. En effet, utiliser du lait rend ce laboratoire de chimie interdisciplinaire, car en lien avec la biologie et la santé. Les élèves ont trouvé un côté ludique à cette activité qui n'était pour eux plus de la chimie pure, mais de la chimie appliquée à la santé. Ils ont été très attentifs durant l'introduction théorique sur la composition du lait et particulièrement sur l'intolérance au lactose. Ils ont également posé un grand nombre de question, comme :

- Qu'est-ce que du petit lait ?
- Quelle est la différence entre un lait fermier et celui du commerce ?
- Quelles sont les différences de composition entre un lait de chèvre et un lait de vache ?

Cette participation active a permis, d'une part, de revenir sur des points théoriques de la chimie, à savoir déterminer si le lait est un mélange homogène ou hétérogène et, d'autre part, d'étudier le contrôle de qualité du lait, basé sur le point de congélation.

Cette expérience a montré qu'enseigner la chimie grâce à l'approche thématique de la santé permet de développer l'intérêt pour cette discipline en donnant du sens aux contenus enseignés. De ce fait, les élèves sont plus actifs ce qui facilite l'acquisition de connaissances et de compétences.

5. Conclusion

En conclusion, nous sommes convaincus de l'intérêt d'aborder le thème de la santé tout au long de l'enseignement de la chimie pour les élèves ayant choisis l'option santé. D'une part, comme l'a montré notre expérience sur le lait, aborder le thème de la santé a un aspect positif sur la motivation des élèves. D'autre part, les élèves ayant choisi cette option se destinent pour la plupart à un métier dans le domaine de la santé. Ils attendent donc que leur cours de chimie les sensibilisent et les préparent au mieux à cette future vie professionnelle. Il est donc important de montrer le lien entre ces deux domaines. De plus, nous espérons que notre travail de recherche donnera quelques pistes aux enseignants qui désirent intégrer d'avantage la thématique de la santé à leurs cours.

En outre, nous terminerons notre mémoire professionnel sur une citation du programme d'étude vaudois : « *Le fonctionnement de l'Ecole de culture générale et de commerce suscite et développe l'ouverture à l'innovation pédagogique, l'esprit d'initiative et de collaboration, les relations avec les formations subséquentes et le maintien d'exigences élevées.* »

6. Bibliographie

Ouvrages Généraux :

Marieb, E. N. (2005), « *Anatomie et Physiologie humaines* », (6e éd.), Paris: Pearson Education France.

Raven, P. H. Johnson, G. B., Losos, Singer, S. S. (2007), « *Biologie* », De Boeck Université, Bruxelles

Références :

1. Direction générale de l'enseignement postobligatoire (2009) « Ecole de culture générale et de commerce », Département de la formation, de la jeunesse et de la culture
www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dfj/dgep/dgvd/fichiers_pdf/PET_ECGC.pdf
2. « Les calculs rénaux », Wikipedia
http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Calcul_rénal
3. Ferrer, J.-L., Renucci, A. (2006), « *Les apports de la biologie structurale à l'innovation pharmacothérapeutique : application en pharmaco-design, un aperçu aux Etats-Unis* »
4. Raynert A., Testa P. (2004), « Solutés et pose de perfusion »
http://ifsisaintjoseph.blog.playersrepublic.fr/.../Solutés_et_Pose_de_Perfusion.ppt
5. Sacrista S., Fourcade O., Kern D., Ferrier-Lewis A., Cathala B., « Les solutés de remplissage en médecine d'urgence »
www.urgence-pratique.com/2articles/medic/Solute.htm
6. « Préparation d'une perfusion de glucose », Académie de Toulouse
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/site_php/spip.php?article460
7. « Dosage du bleu de méthylène dans un collyre », Académie de Toulouse
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/site_php/spip.php?article111
8. Brasseur M. (2007-2008), « Deux antiseptiques », Lycée Michel de Montaigne
<http://sites.estvideo.net/brasseue/Siteweb/seconde/devoirs/Devoirs2007/DS/DS%202007.%20Concentration%20Masse%20Volumique%20Dilution.pdf>
9. « Comment doser par conductimétrie le chlorure de sodium dans un sérum physiologique », Académie de Toulouse
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/site_php/spip.php?article235
10. « Les antioxydants », Académie de Toulouse
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/site_php/spip.php?article194
11. « Formulation et dosage de l'aspirine », Académie de Toulouse
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/site_php/spip.php?article204
12. « Comment détecter et mettre en évidence certaines substances chimiques présentes dans une pomme », Académie de Toulouse
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sc_phy/site_php/spip.php?article237

7.2. Document 2

Hecv Santé
Haute école cantonale vaudoise de la santé

Filière Infirmières et infirmiers

Année préparatoire

Hes-so
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Calcul professionnel Remédiation

Nom, prénom : _____

Volée : **CARPE DIEM ► Groupe 2**
Date : **1^{er} juillet 2008**

CONSIGNES :

- Les calculs s'effectuent sans calculatrice.
- Tous les brouillons sont joints au test.
- Vous disposez de 90' maximum pour résoudre les 4 problèmes.
- Les réponses sont soulignées et suivies des unités.
- Le crayon à papier ne doit pas être utilisé.

ETAPES À SUIVRE POUR RÉSOUDRE LES PROBLÈMES DE CALCUL PROFESSIONNEL :

1. Enoncé
2. Estimer l'ordre de grandeur du résultat
3. Résolution précise
4. Argumenter la plausibilité

Module calcul professionnel

REGLES

1. Calculs de débits : Quantité / Temps

Normes :	1 ml = 20 gouttes (perfusion parentérale standard)
	1 ml = 15 gouttes (transfusion sanguine)
	1 ml = 60 microgouttes (Buretrol®)
	1 ml = 25 gouttes (alimentation entérale, selon le fabricant)

2. Pourcentage (%)

Règle : Lorsqu'un produit est exprimé en pour-cent, cela correspond à une quantité de matière exprimée **en g dans 100 ml**

3. Calories

1 kcal =	4,18 joules
1 g de glucides =	4 kcal
1 g de protéides =	4 kcal
1 g de lipides =	9 kcal

En Suisse, un morceau de sucre standard pèse 5 g

4. Quantités standard

Une cuillère à café =	5 ml
Une cuillère à soupe =	15 ml

Pour les flacons de gouttes à avaler per os, le calibrage en nombre de gouttes/ml dépend du fabricant.

Ces données sont écrites sur le flacon ou dans la note explicative ou dans le Compendium suisse des médicaments.

QUESTION 1

1. **Énoncé :** Vous devez préparer une injection I/M (intra musculaire) de 18 mg d'un médicament. Les ampoules du médicament sont de 3ml, à 0,6%
Quelle quantité (en ml) prélevez-vous ?

2. **Estimation**

3. **Résolution**

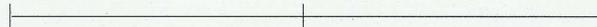
4. **Plausibilité :**

Mon résultat est :

Tout à fait
plausible

Je ne sais pas

Pas du tout
plausible



Parce que :

QUESTION 2

1. **Énoncé :** Une alimentation entérale de 1l doit couler en 12h.
Quel est son débit (en gouttes/min) ?

2. **Estimation**

3. **Résolution**

4. **Plausibilité :**

Mon résultat est :

Tout à fait
plausible

Je ne sais pas

Pas du tout
plausible



Parce que :

QUESTION 3

1. **Enoncé :** Un client pesant 75 kg doit recevoir en 4 prises un médicament selon l'OM (ordre médical) suivant : $20\mu\text{g}/\text{kg}/24\text{h}$. Le médicament est dosé à $0,5\text{mg}/\text{ml}$. Quelle quantité (en ml) donnez-vous à chaque prise ?

2. **Estimation**

3. **Résolution**

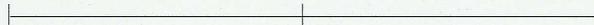
4. **Plausibilité :**

Mon résultat est :

Tout à fait
plausible

Je ne sais pas

Pas du tout
plausible



Parce que :

QUESTION 4

1. Énoncé :

Une perfusion parentérale de NaCl 0,9% coule à un débit de 15 gouttes/min pendant 24h.
Quel volume (en ml) le client reçoit-il ?

2. Estimation

3. Résolution

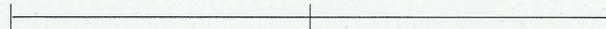
4. Plausibilité :

Mon résultat est :

Tout à fait plausible

Je ne sais pas

Pas du tout plausible



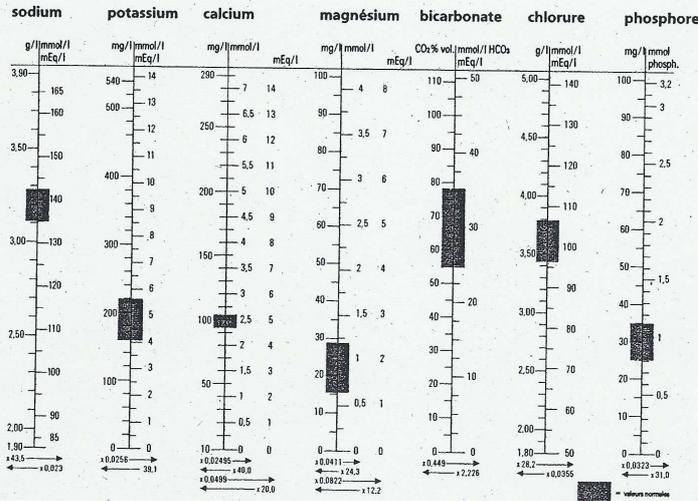
Parce que :

Tableau de conversion pour les électrolytes (I)

1 gramme	correspond à mmol	substance
sodium	43.50	Na ⁺
hydrogénocarbonate de sodium	11.90	Na ⁺
	11.90	HCO ₃ ⁻
chlorure de sodium	17.11	Na ⁺
	17.11	Cl ⁻
lactate de sodium	8.92	Na ⁺
	8.92	lactate
potassium	25.58	K ⁺
hydrogénocarbonate de potassium	9.99	K ⁺
	9.99	HCO ₃ ⁻
chlorure de potassium	13.41	K ⁺
	13.41	Cl ⁻
citrate tripotassique	9.25	K ⁺
	3.08	citrate
gluconate de potassium	4.27	K ⁺
	4.27	gluconate
lactate de potassium	7.80	K ⁺
	7.80	lactate
dihydrogénophosphate de potassium	7.35	K ⁺
	7.35	H ₂ PO ₄ ⁻
hydrogénophosphate dipotassique	11.48	K ⁺
	5.74	HPO ₄ ²⁻
calcium	24.95	Ca ²⁺
chlorure de calcium hexahydraté	4.56	Ca ²⁺
	9.13	Cl ⁻
magnésium	41.12	Mg ²⁺
chlorure de magnésium hexahydraté	4.92	Mg ²⁺
	9.84	Cl ⁻
chlorure	28.21	Cl ⁻
chlorhydrate d'arginine	4.75	Cl ⁻
acide chlorhydrique (100%)	27.43	Cl ⁻
chlorure d'ammonium	18.69	NH ₄ ⁺
	18.69	Cl ⁻
gaz carbonique	22.72	HCO ₃ ⁻
soufre	31.19	S
sulfate	10.41	SO ₄ ²⁻
phosphore	32.28	phosphate
1 vol % CO ₂ (0°C/760 mm Hg) resp.	0.449	mmol CO ₂
19.769 mg CO ₂ par litre	0.449	mmol HCO ₃ ⁻

Tableau de conversion pour les électrolytes (II)

1 mmol	correspond à milligramme	substance
Na ⁺	22.99	sodium
	84.00	hydrogénocarbonate de sodium
	58.44	chlorure de sodium
	112.06	lactate de sodium
K ⁺	39.10	potassium
	100.12	hydrogénocarbonate de potassium
	74.56	chlorure de potassium
	108.14	citrate tripotassique
	234.24	gluconate de potassium
	128.17	lactate de potassium
	136.09	dihydrogénophosphate de potassium
	87.09	hydrogénophosphate dipotassique
Ca ²⁺	40.08	calcium
	219.08	chlorure de calcium hexahydraté
Mg ²⁺	24.31	magnésium
	203.31	chlorure de magnésium hexahydraté
	246.50	sulfate de magnésium heptahydraté
NH ₄ ⁺	53.49	chlorure d'ammonium
Cl ⁻	35.45	chlorure
	58.44	chlorure de sodium
	74.56	chlorure de potassium
	109.54	chlorure de calcium hexahydraté
	101.66	chlorure de magnésium hexahydraté
	210.66	chlorhydrate d'arginine
	36.46	acide chlorhydrique (100%)
	53.49	chlorure d'ammonium
HCO ₃ ⁻	84.00	hydrogénocarbonate de sodium
	100.12	hydrogénocarbonate de potassium
	44.01	gaz carbonique
lactate	112.06	lactate de sodium
	128.17	lactate de potassium
citrate	324.42	citrate tripotassique
gluconate	234.24	gluconate de potassium
soufre	96.06	sulfate
phosphore	30.97	phosphate
H ₂ PO ₄ ⁻	136.09	dihydrogénophosphate de potassium
HPO ₄ ²⁻	174.18	hydrogénophosphate dipotassique



Conversion g/l - mmol/l - mEq/l des concentrations des électrolytes sériques

U.A.1.1/MM,TL/oct.2005/ Calcul professionnel : être attentif à l'unité utilisée garanti aussi la sécurité du client.

7.3. Document 3

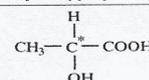
TP de Chimie

Dosage de l'acide lactique dans le lait.

But du TP :

Dosage de l'acide lactique de 3 laits et Vérifier la fraîcheur de ces laits.

Acide lactique
ou acide
2-hydroxypropanoïque



Principe :

Dans le lait, l'acide lactique $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ provient de la dégradation du lactose par les bactéries. Plus un lait est frais, moins il contient d'acide lactique.

La concentration en acide lactique dans un lait s'exprime en degré Dornic (°D) :
1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.
Un lait frais contient de 15 à 18°D, il caille à 60-70°D.

Le dosage de l'acide lactique va se faire en le neutralisant par une base Hydroxyde de Sodium NaOH de concentration connue. Pour déterminer le moment où le mélange est neutre on va utiliser un indicateur coloré : Connaissant la quantité de NaOH nécessaire à la neutralisation de l'acide acétique on pourra déduire la concentration d'acide lactique et donc d'évaluer la fraîcheur d'un lait.

Produits et Matériels

3 Laits de fraîcheurs différentes, solution NaOH 0.1 M, Phénolphtaléine.
Entonnoir, Burette graduée, Agitateur magnétique, Pipette jaugée de 20ml, Erlenmayer.

MARCHE A SUIVRE :

Protection obligatoire : Mettez vos Lunettes.

Réalisation du dosage de l'acide lactique du lait par une solution NaOH 0.1M :

- Fixer la burette sur un statif puis la rincer avec un peu de la solution NaOH 0.1 M.
- Remplir la burette avec de la solution NaOH 0.1 M et ajuster le zéro.
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée, un volume VA = 20,0 ml de lait, puis verser le prélèvement dans un erlenmayer. Ajouter environ 150 ml d'eau distillée et quelques gouttes de phénolphtaléine (indicateur coloré) et un barreau aimanté.
- Titrer lentement avec la solution de NaOH 0.1M en agitant jusqu'au virage changement de couleur. Repérer le changement de couleur de la solution et noter le volume équivalent. VB = ..ml.
- Après ce premier titrage, on recommence l'opération au moins deux fois : on titre goutte à goutte
- près de la zone de virage il faut être précis (répéter le dosage s'il y a des doutes).

Attention : à la fin du TP Vider le contenu de la burette et des erlenmeyers dans " récupération des produits usagés " rincer au moins 3 fois la burette avec de l'eau ionisée.
Rincer la verrerie ayant contenu du lait (erlenmeyers et pipette) à l'eau savonneuse (le lait étant un produit gras), puis rincer à l'eau du robinet et, enfin, à l'eau distillée. Nettoyer le plan de travail !!!

Dans le journal de labo : Exploitation des résultats :

- Explication du principe de la manipulation.
- Les valeurs expérimentales des essais dans un tableau de type.

VA ml de Lait	VBml de NaOH	Coloration finale

- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'hydroxyde de Sodium.
- Calculer la concentration CA d'acide lactique du lait dosé (en mole/l).
- Calculer la masse m d'acide lactique contenu dans 1 L de lait dosé(en g).
- Déterminer le degré Dornic du lait dosé. - Le lait dosé est-il frais ?

Document élève

TP de chimie : Dosage de l'acide lactique dans le lait.

Cours d'acide base pour classe 2MDF ,2M OPBC

But du TP :

- Réaliser Titrage acide-base.
- Dosage de l'acide lactique $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ et Vérifier la fraîcheur d'un lait.

Principe :

Introduction aux élèves

La composition du lait de vache est :	eau	87,2 %
	matières grasses (lipides)	3,8 %
	caséine (protéine)	2,8 %
	lactose (isomère du saccharose)	4,8 %
	matières minérales et vitamines	1,4 %

Dans le lait, l'acide lactique $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ provient de la dégradation du lactose par les bactéries. Plus un lait est frais, moins il contient d'acide lactique.

La concentration en acide lactique dans un lait s'exprime en degré Dornic (°D) :

1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Un lait frais contient de 15 à 18°D, il caille à 60-70°D.

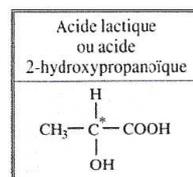
Le dosage de l'acide lactique va se faire en le neutralisant par une base Hydroxyde de Sodium NaOH de concentration connue. Pour déterminer le moment où le mélange est neutre on va utiliser un indicateur coloré : Connaissant la quantité de NaOH nécessaire à la neutralisation de l'acide acétique on pourra déduire la concentration d'acide lactique et donc d'évaluer la fraîcheur d'un lait.

CONSEILS: On choisira un lait assez récent. Pour information, un lait fraîchement ouvert contient un peu d'acide lactique, son degré DORNIC se situe entre 13°D et 18°D. On prendra un soin particulier au nettoyage de la verrerie contenant du lait. L'acidité du lait évoluant au cours des évaluations. Avant le TP, l'enseignant devra effectuer les mesures afin de déterminer le degré Dornic du lait utilisé.

Produits et Matériels à vérifier

PAR POSTE : la verrerie est propre et sèche

- une burette graduée fixée sur un support
- un flacon étiqueté de phénolphthaléine avec son compte-gouttes
- une pipette jaugée de 20 ml ou à défaut de 10 ml
- une propipette ou autre système d'aspiration
- un agitateur magnétique avec barreau aimanté et tige aimantée pour récupérer le barreau aimanté
- une pissette d'eau distillée
- une éprouvette graduée de 100 mL ou autre contenance
- deux erlenmeyers étiquetés " solution A₁ " (dosage rapide) et " solution A₂ " (dosage précis)
- bécher étiqueté " LAIT " de 250mL (contient le lait).
 - Hydroxyde de Sodium NaOH pastilles.
 - 1 entonnoir, verre de montre
 - Jaugé de 100ml



Marche à suivre**Protection obligatoire : Mettez vos Lunettes de protection tout le long du TP à vérifier !!!!!!!.****a) Préparation d'une solution de 100 ml d'hydroxyde de sodium : NaOH 0.05M :**

- Sur une verre de montre, peser exactement la quantité nécessaire de NaOH .
- Introduire les pastilles dans un jaugé 100ml remplissez le $\frac{3}{4}$ avec de l'eau désionisée.
- Agiter la solution jusqu'à la dissolution totale du NaOH.
- Compléter au trait de jauge avec de l'eau désionisée à l'aide d'une pipette pasteur.

b) Réalisation du dosage de l'acide lactique du lait par une solution NaOH 0.05M :

- Fixer la burette sur un statif puis la rincer avec un peu de la solution NaOH 0.05 M .
- Remplir la burette avec de la solution NaOH 0.05 M et ajuster le zéro.
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée, un volume $V_A = 20,0$ ml de lait, puis verser le prélèvement dans un erlenmeyer. Ajouter environ 150 ml d'eau distillée et quelques gouttes de phénolphthaléine (indicateur coloré) et un barreau aimanté.
- Titrer lentement avec la solution de NaOH 0.05M en agitant jusqu'au virage changement de couleur. Repérer le changement de couleur de la solution et noter le volume équivalent. $V_B = \dots$ ml
- Après ce premier titrage, on recommence l'opération au moins deux fois : on titre goutte à goutte près de la zone de virage il faut être précis (répéter le dosage s'il y a des doutes).

Contrôler le nettoyage

Attention : à la fin du TP Vider le contenu de la burette et des erlenmeyers dans " récupération des produits usagés " rincer au moins 3 fois la burette avec de l'eau ionosée .
Rincer la verrerie ayant contenu du lait (erlenmeyers et pipette) à l'eau savonneuse (le lait étant un produit gras), puis rincer à l'eau du robinet et, enfin, à l'eau distillée Nettoyer le plan de travail

II. Exploitation des résultats :**Dans le journal de labo : Exploitation des résultats :**

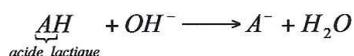
- Explication du principe de la manipulation.
- Les valeurs expérimentales des essais dans un tableau de type.

VA ml de Lait	VBml de NaOH	Coloration finale

- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'hydroxyde de Sodium.
- Calculer la concentration CA d'acide lactique du lait dosé (en mole/ l).
- Calculer la masse m d'acide lactique contenu dans 1 L de lait dosé(en g).
- déterminer le degré Dornic du lait dosé.
- Le lait dosé est-il frais ?

- CALCUL DE L'ACIDITÉ DU LAIT : ÉTAT DE FRAICHEUR

L'équation de la réaction est :



Nous allons déterminer le degré d'acidité du lait qui s'appelle le degré Dornic (°D) :

Pour cela, il faut calculer la concentration massique c_0 en g/L; c'est à dire la masse d'acide lactique contenu dans un litre de lait. Pour calculer cette concentration c_0 , on utilise la formule suivante :

$$c_A = \frac{C_1 \times V_{\text{éq}} \times M_{ac}}{V_0}$$

Où C_1 est la concentration d'hydroxyde de sodium (soude) : $C_1 = 0,05 \text{ mol/L}$

$V_{\text{éq}}$ le volume équivalent, en ml, d'hydroxyde de sodium déterminé précédemment

M_{ac} est la masse molaire de la molécule d'acide lactique : $M_{ac} = 90 \text{ g/mol}$

V_0 est le volume de lait : $V_0 = 20,0 \text{ mL}$

Calcul de la concentration c_0 de l'acide lactique contenu dans un litre de lait :

$c_0 = \dots\dots\dots \text{ g/L}$

Calcul du degré Dornic D : Le degré Dornic est donné par la formule suivante : $D = \frac{c_0}{0,1}$

$D = \dots\dots\dots \text{ °D}$

8. Remerciements

Nous remercions, tout d'abord, M. Jean-Christophe Decker pour avoir suivi l'élaboration de notre mémoire professionnel. Ensuite, nous remercions Mme Marisa Maio, Mme Anne Mairesse ainsi que Mme Anne-Françoise Pirllet, professeures HES à la HECV santé et à l'Ecole de la Source de Lausanne, pour avoir pris le temps de nous expliquer la formation HES, nous avoir donné quelques pistes pour l'élaboration de notre travail et pour avoir exprimé leur intérêt de nouer des contacts avec des enseignants du secondaire II. Enfin, nous saluons l'aide apportée par nos élèves de chimie option santé qui nous ont permis de tester des activités et nous ont confié leurs avis nécessaires à l'élaboration de notre mémoire.

4^{ème} de couverture

A la fin de la première année commune à tous les élèves suivant la formation en Ecole de culture générale et de commerce, ces derniers devront choisir pour les deux années suivantes une option, parmi cinq proposées, qui leur permettra de préciser leur aspiration de formation future. L'option santé conduit donc principalement à des formations dans le domaine de la santé. Elle doit, en plus de dispenser les connaissances de base des sciences expérimentales et de développer les aptitudes scientifiques, enseigner l'utilisation des sciences dans la vie professionnelle.

Notre mémoire professionnel a donc comme objectif principal de proposer des sujets et des activités en relation avec les sciences de la santé pour les élèves de 2^{ème} et 3^{ème} année, utilisables par les enseignants de chimie option santé et en accord avec le programme d'étude vaudois. En effet, il peut être difficile d'intégrer des notions de santé en chimie, de part sa nature interdisciplinaire et du fait du temps de recherche nécessaire à l'élaboration de tels cours. Pour chacun de ces sujets, nous avons effectué des recherches et avons sélectionné des sujets de cours, des activités, exercices ou travaux pratiques.

Une raison supplémentaire à l'enseignement de la chimie au travers du thème de la santé est qu'il a un aspect positif sur l'apprentissage de la chimie pour les élèves. En effet, nous avons, testé auprès de nos élèves un laboratoire ayant comme thématique la santé et observé une plus grande motivation de la part de nos élèves. Ils se sont montrés actifs et intéressés ce qui facilite l'acquisition de connaissances et de compétences.

En outre, les élèves attendent que leur cours de chimie les sensibilisent et les préparent au mieux à leur future vie professionnelle probalement liée au domaine de la santé. Il est donc important de montrer le lien entre ces deux domaines.

Chimie – Option santé – PEV – Interdisciplinarité – Cours – Activités