



**B 1.1 – 14-15**

Ecole de Médecine

Module

**Matière**

---

## Gouvernance du module

---

### Responsable de 1ère année

Pierre-Yves Zambelli

Hôpital Orthopédique

Pierre-Yves.Zambelli@chuv.ch

### Responsable de module

François Bochud

Institut de radiophysique

Francois.bochud@chuv.ch

Tél. 021 314 8142

### Enseignants

Lothar Helm

Jean-Luc Marendaz

László Forró

EPFL

EPFL

EPFL

Lothar.helm@epfl.ch

jean-luc.marendaz@epfl.ch

laszlo.forro@epfl.ch

---

**Table des matières**

---

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Gouvernance du module</i>                                   | <i>i</i>  |
| <i>Table des matières</i>                                      | <i>ii</i> |
| <b>1. Descriptif du module</b>                                 | <b>1</b>  |
| Chimie organique   | 1         |
| Chimie générale  | 1         |
| Physique   | 1         |
| <b>2. Prérequis</b>  | <b>2</b>  |
| Arithmétique/mathématique                                      | 2         |
| Chimie   | 2         |
| Physique   | 2         |
| Divers   | 2         |
| <b>3. Objectifs d'apprentissage</b>                            | <b>3</b>  |
| 3.1. Buts  | 3         |
| 3.2. Objectifs généraux  | 3         |
| 3.3. Structure des cours                                       | 3         |
| <b>4. Déroulement du module</b>                                | <b>4</b>  |
| 4.1. Organisation du calendrier horaire                        | 4         |
| 4.2. Approches pédagogiques                                    | 4         |
| <b>5. Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)</b> | <b>5</b>  |
| Site web   | 5         |
| Chimie générale  | 5         |
| Chimie organique   | 5         |
| Physique   | 5         |

---

## 1. Descriptif du module

---

Ce premier module de sciences fondamentales établit les bases absolument indispensables pour comprendre les processus de la vie au niveau de la molécule, de la cellule, de l'organe et de l'organisme qui seront enseignés dans les modules ultérieurs. En outre, il permet d'aborder les mécanismes qui régissent les échanges avec l'environnement.

### Chimie organique

Comprendre les bases chimiques qui gouvernent le vivant comme la matière et dont résultent les réactions biochimiques et l'action des substances biologiquement actives dont les médicaments. Les aspects fondamentaux pour notre quotidien seront aussi abordés. Etablir le lien entre une réactivité observée au laboratoire et celle mise en œuvre par la nature. Inculquer un langage scientifique commun entre scientifiques actifs dans le domaine du vivant illustrant l'interdisciplinarité du monde moléculaire. Le cours abordera également l'évolution de certains médicaments modernes.

### Chimie générale

Inculquer à l'étudiant(e) les notions élémentaires de chimie qui lui seront nécessaires pour comprendre les phénomènes essentiels de la Vie et l'impact de la chimie sur les technologies modernes qui régissent l'activité humaine. Parmi les phénomènes dont la compréhension est visée, on peut mentionner la respiration, l'activité cellulaire, ainsi que les contraintes chimiques associées au développement de composés pour le diagnostic médical. Le cours insiste sur l'interdisciplinarité nécessaire entre physique, chimie et biologie, sous-tendue par une interprétation rigoureuse, donc mathématique, des phénomènes naturels. Les 7 séries d'exercices sous-tendent l'enseignement théorique et sont une préparation à l'examen.

### Physique

L'étudiant(e) tirera un double avantage de l'étude de la physique. Il(elle) acquerra une compréhension des lois fondamentales qui régissent l'univers, de l'échelle atomique à l'échelle cosmique, et beaucoup de ce qu'il(elle) apprendra lui sera également utile dans son activité de médecin. L'étude de la physique en tant que science fondamentale n'est pas des plus faciles, mais nous pensons qu'elle est profitable, en particulier pour l'étudiant(e) qui envisage une formation approfondie dans les sciences connexes. (Extrait du prologue du livre J. Kane et M. Sternheim « Physique »). Ce cours a donc pour objectif de décrire et de comprendre quelques aspects fondamentaux des lois générales du mouvement, de l'électricité et du magnétisme.

Les travaux dirigés (TD) consistent en des simulations sur ordinateur personnel qui permettent aux étudiant(e)s de mieux se familiariser avec les concepts du cours. Ces séances ont également pour but de sensibiliser les étudiant(e)s à la Physique.

---

## 2. Prérequis

---

### Arithmétique/mathématique

- Règle de trois
- Fractions
- Puissances de deux et de dix, ordres de grandeur
- Résolution d'équations de 2<sup>e</sup> degré
- Résolution de systèmes de  $n$  équations à  $n$  inconnues
- Calculs de droites de régression
- Logarithmes : en base dix, en base naturelle, changement de base ; logarithme d'un produit  $\log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$ , logarithme d'une fraction  $\log(a/b) = \log(a) - \log(b)$ , logarithme d'un inverse  $\log(1/a) = -\log(a)$  ; logarithmes positifs :  $\log(x) > 0$  si  $x > 1$ , logarithmes négatifs :  $\log(x) < 0$  si  $x < 1$  ; logarithme nul :  $\log(x) = 0$  si  $x = 1$
- Fonctions logarithmiques et exponentielles
- Analyse de fonctions (valeurs aux limites) ; asymptotes
- Notions d'algèbre
- Notion d'opérateur
- Dérivées premières ; dérivées secondes ; dérivées partielles ; valeur des dérivées simples ; dérivée d'une somme, dérivée d'un produit, dérivée d'une fraction
- Equations différentielles de premier ordre
- Intégrales simples (par exemple :  $dx$ ,  $dx/x$ , en relation avec les exponentielles et les logarithmes).

### Chimie

- Notion d'atome
- Notion de molécule
- Notion de transformation chimique
- Équation chimique : notations ( $\rightleftharpoons$ ,  $\downarrow$ , (s), (l), (g)), équilibrage des réactions chimiques simples, calculs de volumes de réactifs, applications de la loi des gaz parfaits (stœchiométrie).

### Physique

- Système d'unités, conversion d'unités
- Force, énergie (et conversion d'énergie), énergie potentielle, puissance
- Quantité de mouvement, moment cinétique, moment angulaire
- Loi des gaz parfaits (pression, volume, température)
- Electricité : charges ponctuelles, champ électrique, potentiel électrique, courant électrique, forces d'attraction et de répulsion (loi de Coulomb), énergie électrique, moment dipolaire électrique ; résistance électrique (loi d'Ohm)
- Magnétisme : champ magnétique, moment magnétique, induction magnétique, force de Lorentz.

### Divers

- Alphabet grec

---

### 3. Objectifs d'apprentissage

---

#### 3.1. Buts

##### Chimie organique

Le cours et ses objectifs représentent trois temps d'apprentissage :

- Les outils pour la compréhension de la chimie organique comprenant : la liaison covalente, la réactivité organique et la stéréochimie.
- Les classes principales de fonctions en chimie organique (alcane, alcène, aromatique, composés avec fonctions simples, composés avec fonctions complexes). Les structures, leur nomenclature, leurs propriétés physico-chimiques et les mécanismes réactionnels seront discutés.
- Les classes principales des molécules de la Vie (sucres, lipides, protéines et acides nucléiques) ainsi que des produits naturels (alcaloïdes, terpènes, stéroïdes, amino-acides) pourront alors être étudiées en mettant en lien structure moléculaire et propriétés chimiques.

##### Chimie générale

La chimie générale est à la chimie ce que la grammaire est à une langue.

- Le cours présentera donc les principaux concepts et lois sous-tendant les phénomènes chimiques. En particulier, il se concentre sur les trois aspects fondamentaux d'une transformation chimique : le bilan massique (équation chimique, stoechiométrie, équilibre chimique), le bilan énergétique (thermodynamique, relation avec les phénomènes spontanés, effets sur l'équilibre), le déroulement temporel (cinétique, énergie d'activation).
- Il décrit en détail les trois grands types de réactions chimiques : les transferts de protons (acides et bases, le pH, solutions tampons), les transferts d'électrons (oxydation et réduction, cellule électrochimique, électrolyse), la fixation de ligands (complexes métalliques, stabilité, effets chélate et macrocyclique).
- La compréhension de cette matière nécessite quelques notions théoriques sur la structure électronique de l'atome et la nature de la liaison chimique pour laquelle des modèles simples sont présentés (liaisons ionique, covalente, covalente polarisée, électronégativité). Les liaisons faibles, non-covalentes, si essentielles en biologie sont aussi abordées.
- En application, le cours décrit quelques méthodes analytiques importantes pour la biologie.

##### Physique

**Mécanique :** Compréhension quantitative des mouvements des objets et des forces qui les déterminent. Les concepts et les principes de la mécanique Newtonienne interviennent, directement ou indirectement, dans de nombreux chapitres des sciences physiques et biologiques. Les lois de la mécanique permettent de prévoir différents phénomènes, comme par exemple le mouvement des satellites, les mouvements accomplis par les animaux ainsi que la résistance des structures biologiques et des constructions.

**Électricité et Magnétisme:** Compréhension quantitative des propriétés des forces électriques et magnétiques. Ces forces représentent des lois naturelles fondamentales et elles sont responsables de la structure et, en fait, de l'existence des atomes, des molécules et de la

matière condensée. Au niveau macroscopique, des flux de charge électrique ou courants sont présents dans des systèmes aussi différents que les circuits des postes de télévision et les fibres nerveuses des animaux. Comme les courants électriques exercent des forces, effectuent un travail, transmettent de l'information et produisent des ondes électromagnétiques, ils ont une importance considérable pour la technologie moderne et pour les sciences de la vie.

### 3.2. Objectifs généraux

Au terme de ce module, l'étudiant(e) doit :

#### Chimie organique

Connaître les caractéristiques de la liaison covalente, de l'isomérisation et de la nomenclature en chimie organique. Être capable de représenter une molécule d'après son nom ou vice-versa. Connaître les différents types de réactions organiques (addition, élimination, substitution, oxydation, réduction) et être capable de les appliquer pour les différentes familles de substances. Représenter dans l'espace une molécule et lui attribuer la bonne configuration. Connaître les particularités physico-chimiques et structurales des grandes classes de molécules de la vie.

#### Chimie générale

Connaître les définitions et concepts de base (atomes, molécules, liaison chimique, réaction chimique, équilibres, acides et bases, oxydants et réducteurs, complexes, grandeurs thermodynamiques, vitesse de réaction, cinétique, absorption et émission de rayonnement électromagnétique). Être capable de calculer des concentrations à l'équilibre, le déplacement d'un équilibre, le pH d'une solution, une solution tampon, la force électromotrice d'une pile, la stabilité relative d'espèces en solution ainsi que la variation de concentration en fonction du temps. Prédire la force des liaisons en relation avec leur polarité, le sens du déroulement d'une réaction chimique en relation avec les grandeurs thermodynamiques, ainsi que l'effet d'un catalyseur sur le déroulement d'une réaction.

#### Physique

Connaître et comprendre les bases de la mécanique Newtonienne :

Les lois générales du mouvement, les lois de Newton, être capable de décrire et de calculer la dynamique du point matériel et du solide rigide pour un mouvement rectiligne et pour un mouvement à deux dimensions, être capable d'analyser quantitativement le mouvement circulaire. Savoir et comprendre les notions de force, travail, énergie et puissance, quantité de mouvement et moment cinétique. Appliquer les lois de conservation de l'énergie mécanique aux problèmes simples.

Connaître et comprendre les bases de l'électricité et du magnétisme:

La force électrique, champs et potentiels, courants continus, conduction électronique et ionique, sécurité électrique, électrostatique et magnétostatique, courant et champs induits, force électromotrice induite, courants alternatifs, éléments de circuits électriques. Etre capable d'appliquer les règles de Kirchhoff pour les éléments de circuits électroniques simples.

### 3.3. Structure des cours

#### La chimie organique

##### A. Principes généraux de chimie organique

1. Liaison covalente
2. Réactivité
4. Stéréochimie

##### B. Groupes fonctionnels en chimie organique

3. Alcanes
5. Alcènes & alcynes
6. Aromatiques
7. Halogénoalcanes
8. Alcools, phénols, thiols
9. Ethers & thioéthers
- 10a Amines
11. Composés carbonylés (aldéhydes et cétones)
12. Acides carboxyliques
- 13a Esters
- 14a Amides
15. Acides dicarboxyliques

##### C. Classes principales de substances biologiques

- 10b Porphyrines & alcaloïdes
- 13b Lipides
- 14b Acides aminés & peptides
16. Glucides
17. Isoprène – terpène – stéroïdes
18. Acides nucléiques

##### D. Quelques classes de médicaments importants

19. Quelques classes de médicaments

#### La Chimie Générale

##### PREMIERE APPROCHE

1. La chimie et les sciences naturelles (La méthode scientifique).
2. Matière et chimie. Etats de la matière, atomes et molécules, moles et concentrations,



liaisons chimiques, nature des composés chimiques.

#### ATOMES ET MOLECULES

3. Structure électronique de l'atome. Les orbitales, classification des éléments, spectres atomiques.
4. La liaison chimique. Liaison ionique, liaison covalente, électronégativité. Les liaisons non-covalentes.

#### LES ASPECTS QUANTITATIFS DE LA RÉACTION CHIMIQUE

5. La réaction chimique. Stœchiométrie, équilibre chimique, thermodynamique, relation énergie-constante d'équilibre.
6. Réactions de transfert de protons. Produit ionique et notion de pH, calcul du pH et pOH, effet tampon, titrages.
7. Réactions d'oxydation et de réduction. Notion d'oxydants et de réducteurs, couples redox, l'état d'oxydation, stœchiométrie des réactions rédox, la cellule électrochimique, le potentiel standard, la loi de Nernst, l'électrolyse.
8. Propriétés des solutions aqueuses. L'eau, produits de solubilité, solubilisation, propriétés colligatives.
9. Réactions de fixation de ligands. Complexation, dissociation électrolytique, sphères de coordination, classification des ligands, formation des complexes, effets chélate et macrocyclique, relation avec la thermodynamique.
10. Cinétique chimique. Mécanismes réactionnels, vitesse d'une transformation chimique, lois de vitesse de premier ordre, l'énergie d'activation, catalyseurs et inhibiteurs.

#### APPLICATIONS

11. Chimie analytique. Choix d'une méthode d'analyse, absorption de rayonnement électromagnétique, luminescence.

#### La Physique

- 1 Le mouvement rectiligne (les notions de position, de vitesse et d'accélération, le saut en hauteur)
- 2 Le mouvement à deux dimensions (les sauts horizontaux, les projectiles en biomécanique)
- 3 Les lois de Newton (forces, poids et masse gravitationnelle, le frottement)
- 4 La statique (les moments de forces, équilibre et stabilité, centre de gravité des personnes, mouvement du centre de masse, les leviers du corps, l'avantage mécanique, les mâchoires des animaux)
- 5 Le mouvement circulaire (l'accélération centripète, moment, accélération angulaire et moment d'inertie)
- 6 Travail, énergie et puissance (énergie cinétique, énergie potentielle, bilan d'énergie)
- 7 Quantité de mouvement et moment cinétique (impulsion, conservation de la quantité de mouvement, collisions, la quantité de mouvement dans les exercices sportifs)
- 8 Propriétés élastiques des matériaux (les fractures, le cisaillement et la torsion)
- 9 Le mouvement vibratoire (le pendule, les oscillations forcées et la résonance, les effets des vibrations sur les personnes, l'analyse de la marche en estimant la fréquence propre)
- 10 Forces électriques, champs et potentiels
- 11 Courants continus (les règles de Kirchhoff)

- 12 Le magnétisme (champ magnétique, force magnétique, dipôles magnétiques, moteurs et galvanomètres)
- 13 Courants et champs induits (la loi de Faraday, courants de Foucault, générateurs électriques, transformateurs)
- 14 Conduction nerveuse (la structure des cellules nerveuses, concentrations ioniques et potentiel de repos, le potentiel d'action, électroencéphalogramme et électrocardiogramme)

---

## 4. Déroulement du module

---

### 4.1. Organisation du calendrier horaire

Le module B1.1 « Matière » dure neuf semaines.

La semaine-type du module est organisée de la manière suivante :

- 4-5 matinées d'enseignement structuré sous forme de cours magistraux (volée entière)
- 2 demi-journées d'enseignement "pratique" sous forme d'exercices (par tiers de volée) ou de travaux dirigés (TD)
- 3 demi-journées de travail individuel

A la fin du module, une période par matière est dédiée à une révision permettant l'autoévaluation par l'étudiant de son niveau d'apprentissage. En outre, les étudiants peuvent poser des questions aux professeurs via la plateforme Moodle dont l'adresse est communiquée au début des cours.

### 4.2. Approches pédagogiques

L'ensemble des activités du module doivent vous aider à atteindre les objectifs formulés sous le chapitre 3 « Objectifs d'apprentissage ». Vous trouvez ci-après un descriptif de ces différentes approches pédagogiques.

#### Cours

Les cours magistraux exposent les principales connaissances pour atteindre les objectifs d'apprentissage du module. Ils n'ont pas pour but de couvrir tous les objectifs.

Certains enseignants mettent à disposition leurs supports de cours (au format PowerPoint ou pdf) avant le cours. Ils sont téléchargeables sur le site de l'école de médecine. Nous vous conseillons fortement de vous préparer avec ce contenu pour mieux profiter de l'enseignement et préparer des questions pour améliorer votre compréhension du sujet.

#### Exercices et travaux dirigés (TD)

Les **exercices** consistent en divers calculs de problèmes simples pour aider à la compréhension des sujets traités, et pour faciliter la résolution des QCM. Les **TD** de Physique Générale consistent en diverses simulations sur ordinateur personnel couvrant les domaines de la mécanique et de l'électricité.

Les **exercices de Chimie Générale consistent** en une vérification de la compréhension des concepts développés dans le cours, à des calculs de concentrations, d'équilibres, de pH, de forces électromotrices, de stabilité et d'énergie, ainsi qu'à un entraînement aux questions d'examen.

---

## 5. Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)

---

### Site web

Le site de MyUNIL héberge les documents mis en ligne dans le cadre de ce module.

### Chimie générale

#### Livre

Il est indispensable de se procurer un livre de chimie générale. Nous recommandons l'un des ouvrages suivants :

#### *Chimie générale*

Donald A. McQuarrie, Ethan B. Gallogly, Peter A. Rock, De Boeck Université,  
3<sup>me</sup> édition, 2012, ISBN-10 2804171272 , 1118 pages, env. 89 €.  
[http://superieur.deboeck.com/titres/127070\\_1/chimie-generale.html](http://superieur.deboeck.com/titres/127070_1/chimie-generale.html)

#### *Principes de Chimie*

P.W. Atkins, L. Jones, 2<sup>e</sup> édition, De Boeck 2011  
ISBN-10 2804163172 , 1056 pages, env. 79 €.  
[http://superieur.deboeck.com/titres/120790\\_2\\_0/principes-de-chimie.html](http://superieur.deboeck.com/titres/120790_2_0/principes-de-chimie.html)

### Chimie organique

#### Livre

Il est indispensable de se procurer un livre de chimie organique. Le titre d'un livre de référence sera communiqué par l'enseignant lors du cours

#### Internet

Le contenu du cours sera mis à disposition sur la plateforme moodle.

### Physique

#### Livre

Le polycopié de physique générale rédigé par le Professeur Forró couvre le cours. Néanmoins, l'ouvrage suivant peut s'avérer utile :

Joseph Kane, Morton Sternheim, « Physique », Dunod, Paris 1999, ISBN 210 0045504  
Dunod, Paris 2004, ISBN 2 10 007169 6.

Attention : L'édition de 2004 contient beaucoup d'erreurs...mais les exercices et les exemples des QCM donnent une bonne idée des QCM de l'examen!

Pour les étudiants qui souhaitent travailler avec plus d'autonomie la matière couverte par l'ouvrage de Kane et Sternheim trouvent des exercices et problèmes résolus (Physique de Kane and Sternheim)

Isabelle Derycke, Jean-Pol Vigneron, Dunod, Paris 2001, ISBN 2 10 0055194.

Cette compilation s'appuie sur la deuxième édition de l'ouvrage de Kane and Sternheim, Dunod, 1999.