



**B 1.1 – 19-20**

Ecole de Médecine

Module

**Matière**

---

**Gouvernance du module**

---

**Responsable de 1<sup>ère</sup> année**

François Bochud

Institut de radiophysique

Francois.bochud@chuv.ch  
Tél. 021 314 8142**Responsable de module B1.1**

François Bochud

Institut de radiophysique

Francois.bochud@chuv.ch  
Tél. 021 314 8142**Enseignants**Marinella Mazzanti  
Rainer Beck  
Jean-Luc MarendazEPFL  
EPFL  
EPFLmarinella.mazzanti@epfl.ch  
rainer.beck@epfl.ch  
jean-luc.marendaz@epfl.chFrançois Bochud  
Matthias Stuber  
Francis R. VerdunUNIL/CHUV  
UNIL/CHUV  
UNIL/CHUVfrancois.bochud@chuv.ch  
matthias.stuber@chuv.ch  
francis.verdun@chuv.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	4
3.3. Structure des cours	5
<b>4. Déroulement du module</b>	<b>7</b>
4.1. Organisation du calendrier horaire	7
4.2. Approches pédagogiques	7
<b>5. Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)</b>	<b>8</b>
Site web	8
Chimie générale	8
Chimie organique	8
Physique	8

---

## 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**

Qu'il soit animé ou non, tout corps fait partie de l'Univers et ne peut se soustraire à ses lois fondamentales. Ainsi, la physique (avec la chimie) donne un cadre qui définit les lois microscopiques sous-jacentes de la biologie et sert de base à foule de spécialités médicales. Notre objectif n'est pas de couvrir les différents chapitres de manière exhaustive mais de voir comment on peut expliquer de manière rationnelle et scientifique des phénomènes courants de la vie de tous les jours. Le savoir accumulé par l'humanité est vaste et il est pour savoir ce que l'on sait, il est indispensable d'avoir une idée de ce qu'on ignore.

---

## 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
- Fonctions logarithmiques et exponentielles
- Fonctions trigonométriques simples (sin, cos, tg, arcsin, arccos, arctg)
- 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 (polynômes, exponentielles, logarithmes, etc.).

### 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, puissance
- Quantité de mouvement, moment cinétique, moment angulaire
- 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, stœchiométrie, 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

Dans ce cours, on abordera les principaux domaines de la physique en s'appuyant sur les connaissances acquises au gymnase et en essayant autant que possible faire des liens avec les sciences médicales. Ainsi, les sujets suivants seront abordés :

- La métrologie et la psychophysique sont indispensables pour quantifier les phénomènes observés.
- La définition des notions de matière, énergie, onde et force est indispensable à la description de phénomènes complexes.
- La mécanique newtonienne est sous-jacente à passablement de processus indispensables à la compréhension du corps humain.

- Les ondes, qu'elles se rapportent à des rayonnements ionisants ou non, sont omniprésents en médecine diagnostique et thérapeutique.
- La thermodynamique permet de décrire les échanges de température du corps humain ainsi que de quantifier les bilans énergétiques.
- L'électricité et le magnétisme sont non seulement à la base des mécanismes neurologiques, mais ils sont indispensables à la compréhension de la plupart des instruments de mesure utilisés en médecine.

### 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.

Une liste détaillée des molécules, propriétés et réactions à connaître est disponible sur MyUNIL.

#### 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

Contextualiser le rôle et l'importance des principes physiques présents dans les processus biomédicaux

Prendre en considération les principes physiques en jeu lors de l'utilisation d'un instrument diagnostique ou thérapeutique

Rapporter aux patients les principes physiques qui sous-tendent les actes médicaux.

### 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

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

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

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

18. 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**

---

## 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 individuellement par informatique)
- 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.

Les enseignants mettent à disposition leurs supports de cours (au format PowerPoint ou pdf) avant le cours. Ils sont téléchargeables depuis Moodle ou MyUNIL. 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.

Dans le cas du cours de physique générale, les étudiants sont encouragés à lire le manuscrit à l'avance en notant que chaque chapitre correspond approximativement à une heure de cours.

#### 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 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. Fr. 94.50.  
[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, 4<sup>e</sup> édition, De Boeck 2017  
ISBN-9782807306387, 1056 pages, env. Fr. 95 €.  
<https://www.deboecksuperieur.com/ouvrage/9782807306387-principes-de-chimie>

### Chimie organique

#### Livre

Il est indispensable de se procurer un livre de chimie organique. Nous recommandons l'ouvrage suivant :

#### *Chimie organique : les grands principes*

John McMurry, Eric Simanek, Dunod, 2<sup>e</sup> édition, 2007  
ISBN- ISBN 978-2-10-050547-0, 672 pages, env. 50€.  
<http://www.dunod.com/sciences-techniques/chimie-organique-grands-principes>

### Physique

#### Livre

Le polycopié de physique générale rédigé par les professeurs Bochud, Stuber et Verdun couvre le cours. Néanmoins, les personnes qui désireraient un éclairage complémentaire et de niveau similaire sont invitées à consulter l'ouvrage de Kane et Sternheim, *Physique*, 3<sup>ème</sup> Edition, Dunod (2016)