



Le programme de l'ensemble des épreuves de l'agrégation externe de biochimie-génie biologique se subdivise en 10 chapitres :

A) Biochimie

- Chapitre 1 : Chimie
- Chapitre 2 : Biochimie structurale et métabolique
- Chapitre 3 : Biologie moléculaire

B) Biologie

- Chapitre 4 : Biologie cellulaire
- Chapitre 5 : Physiologie
- Chapitre 6 : Immunologie
- Chapitre 7 : Microbiologie générale et appliquée

C) Biotechnologies

- Chapitre 8 : Biotechnologies : méthodes et techniques
- Chapitre 9 : Applications en biotechnologies : analyse, recherche, production et environnement
- Chapitre 10 : Approches sociétales des biotechnologies

### Épreuves d'admissibilité

Chacune des trois épreuves écrites s'appuie chacune plus particulièrement sur les chapitres cités ci-après :

**Biochimie** fera en particulier appel aux connaissances répertoriées dans les chapitres

- n° 2 (biochimie structurale et métabolique),
- n° 3 (biologie moléculaire),
- n° 4 (biologie cellulaire)
- n° 6 (immunologie).
- n°9 (applications)
- n° 10 (approche sociétale)

**Microbiologie** fera essentiellement appel aux connaissances répertoriées dans les chapitres

- n° 2 (biochimie structurale et métabolique),
- n° 3 (biologie moléculaire),
- n°6 (immunologie) et
- n° 7 (microbiologie générale et appliquée).
- n°9 (applications)
- n° 10 (approche sociétale)

**Biologie cellulaire et physiologie** fera essentiellement appel aux connaissances répertoriées dans les chapitres :

- n° 3 (biologie moléculaire).
- n° 4 (biologie cellulaire),
- n° 5 (physiologie),
- n° 6 (immunologie)
- n°9 (applications)
- n° 10 (approche sociétale)



Le candidat sélectionnera judicieusement ses connaissances des différents chapitres en fonction des sujets. Les indications figurant ci-dessus ne sont donc pas exclusives. Dans chacune des épreuves écrites, le candidat pourra, s'il le juge utile, développer des notions se rapportant à l'ensemble des chapitres. Il est rappelé qu'il doit faire appel dans tous les domaines, aux connaissances niveau M2, les plus actualisées possibles.

Pour l'ensemble des épreuves, il peut également faire appel aux contenus niveau M2 des programmes d'enseignement de lycée présentés ci-après

### Programmes d'enseignement de cycle terminal :

- Savoir-faire et concepts des programmes de première (biochimie - biologie et biotechnologies) et terminale (biochimie biologie biotechnologie) de la série « Sciences et technologies de laboratoire » (STL) option biotechnologies
- Notions et contenus des enseignements de première (BPH) et terminale (CBPH) de la série « Sciences et technologies de la santé et du social » (ST2S),

### Programme d'enseignement de CPGE technologie biologie (TB )

- Notions et concepts, compétences attendues du programme de biotechnologies

## Épreuves d'admission

Pour les épreuves orales et pratiques, outre les contenus cités dans la partie Chapitre 8, 9 et 10, et les programmes d'enseignements cités précédemment, est attendue la connaissance des champs professionnels visés par les brevets de techniciens supérieurs et BUT cités ci-après, dans lesquels sont susceptible d'enseigner un professeur agrégé de biochimie génie biologique.

- **Dans la filière bio-industries et biotechnologie**
  - BTS Bio-analyses en laboratoire de contrôle
  - BTS Biotechnologie en recherche et en production
  - BTS Bioqualité
  - BUT génie biologique
  - Biologie Médicale et Biotechnologie
  - Sciences de l'Aliment et biotechnologies
- **Dans la filière environnement**
  - BTS Métiers de l'eau
  - La CPGE post BTS : ATS bio/agro-véto
  - BUT génie biologique
  - sciences de l'environnement et écotechnologies
- **Dans la filière biomédicale**
  - BTS Analyses de biologie médicale
  - BTS diététique
  - DTS Imagerie médicale et radiologie thérapeutique
  - BUT génie biologique
  - Biologie Médicale et Biotechnologie
  - Diététique et nutrition



## Chapitre 1 - Chimie

### 1.1 Cinétique chimique

1.1.1 Vitesse d'une réaction chimique : définition, étude expérimentale

1.1.2 Lois de vitesse ; ordre d'une réaction ; étude des réactions d'ordre simple ; réactions réversibles ; réactions successives

1.1.3 Influence de la température

1.1.4 Mécanismes réactionnels ; approximation de l'étape cinétiquement déterminante ; approximation de l'état stationnaire

1.1.5 Catalyse : définition et propriétés d'un catalyseur

- Exemples de catalyse homogène et hétérogène en chimie minérale et en chimie organique, catalyse enzymatique

### 1.2 L'architecture moléculaire

1.2.1 L'atome

1.2.1.1 Le noyau

- Constitution (nucléons de base, quarks exclus), stabilité

- Réactions nucléaires

- Radioactivité : principaux types ; loi de décroissance radioactive ; principe des mesures ; unités ; applications au marquage

1.2.1.2 Le modèle quantique de l'atome et la classification périodique

- Quantification de l'énergie ; nombres quantiques ; orbitales atomiques

- Configuration électronique des atomes ; classification périodique des éléments

- Propriétés des atomes : énergie d'ionisation ; affinité électronique ; rayon atomique ;

électronégativité ; pouvoir polarisant, polarisabilité ; rayons atomiques, ioniques ; rayons des ions hydratés

1.2.2 La liaison chimique

1.2.2.1 Liaison et édifices covalents

- Liaison covalente localisée : notation de Lewis

- Liaison covalente délocalisée : formes de résonance, mésomérie

- Théorie VSEPR (règles de Gillespie)

- Propriétés des molécules : longueur de liaison, énergie de liaison, moment dipolaire, polarisation

1.2.2.2 Application de la théorie des orbitales moléculaires

- Notion d'orbitales moléculaires : diagramme d'OM de molécules diatomiques homo ou hétéronucléaires (élément de la première ou deuxième période)

- Liaison de coordination : théorie du champ cristallin

1.2.2.3 Interactions faibles

- Interactions de Van der Waals ; liaisons hydrogène ; interactions hydrophobes, interactions ioniques

### 1.3 Chimie organique

1.3.1 Représentation plane des molécules organiques (formule brute, formule semi-développée et écriture topologique) ; éléments de nomenclature ; isomérie plane

1.3.2 Stéréochimie des molécules organiques

1.3.2.1 Représentation spatiale des molécules : Newman, Cram, Fischer, Haworth

1.3.2.2 Analyse conformationnelle : éthane, butane ; cyclohexane monosubstitué et di-substitué, glucose

1.3.2.3 Stéréoisomères de configuration : énantiomères et diastéréoisomères, propriétés comparées ; nomenclature Z/E, R/S, D/L, cis/trans

1.3.3 Réactivité en chimie organique

1.3.3.1 Effets inductif et mésomère ; notion d'encombrement stérique

1.3.3.2 Réactifs : nucléophiles et électrophiles, acides et bases (Brønsted et Lewis), oxydants et réducteurs

1.3.3.3 Intermédiaires réactionnels : rupture des liaisons, stabilité des intermédiaires (carbocation, carboradical, carbanion)

1.3.4 Modes de contrôle et caractéristiques des réactions : contrôle thermodynamique ou cinétique ; régiosélectivité ; stéréosélectivité stéréospécificité et énantiosélectivité



- 1.3.5 Les alcools : propriétés et principales réactions
- 1.3.6 Les thiols : formation de la liaison disulfure
- 1.3.7 Les amines : propriétés et principales réactions
- 1.3.8 Les composés à double liaison C=C ; diènes et polyènes ; principales réactions
- 1.3.9 Les composés cycliques
  - 1.3.9.1 Notion d'aromaticité
  - 1.3.9.2 Exemples d'hétérocycles aromatiques
  - 1.3.9.3 Benzène et dérivés benzéniques monosubstitués : Réaction de substitution électrophile aromatique
- 1.3.9. Les composés carbonylés
  - Notion de tautomérie
  - Addition nucléophile
  - Mobilité de l'hydrogène en alpha
  - Oxydation
- 1.3.10 Les acides carboxyliques et leurs dérivés : propriétés et principales réactions
- 1.3.11 Quelques composés polyfonctionnels rencontrés en biochimie
  - 1.3.11.1 Les aminoacides ; formation de la liaison peptidique
  - 1.3.11.2 Les oses : structure et réactivité
- 1.3.12 Synthèses biomimétiques
  
- 1.4 Thermodynamique chimique**
  - 1.4.1 Principes de la thermodynamique ; fonctions et variables d'état
  - 1.4.2 Thermodynamique appliquée aux réactions chimiques
    - Chaleurs et enthalpies de réactions
    - Enthalpie libre et enthalpie libre standard de réaction
    - Expression du quotient de réaction Q, déplacement d'équilibre
  - 1.4.3 Applications en milieu biologique
    - Conditions standards en milieu biologique
    - Couplage de réactions
    - Application à l'énergétique cellulaire
  
- 1.5 Équilibres en solution aqueuse**
  - 1.5.1 Étude physico-chimique de l'eau
  - 1.5.2 Étude des équilibres en solution aqueuse
    - 1.5.2.1 Équilibres acides-bases (Brønsted)
    - 1.5.2.2 Équilibres de précipitation
    - 1.5.2.3 Équilibres de complexation
    - 1.5.2.4 Équilibres d'oxydo-réduction :
      - Nombre d'oxydation
      - Aspects thermodynamiques (prévision des réactions, applications de la formule de Nernst)
      - Ampérométrie : voltampérogramme, courant de diffusion limite
  - 1.5.3 Conductimétrie, potentiométrie
  
- 1.6 Spectrophotométrie et photochimie**
  - 1.6.1 Niveaux d'énergie et transitions électroniques
  - 1.6.2 Absorption, émission et applications à la spectroscopie d'absorption moléculaire
  - 1.6.3 Applications : fluorescence (dont FRET et FRAP), phosphorescence, bioluminescence
  
- 1.7 Spectroscopies et chromatographies**
  - 1.7.1 Chromatographie : bases théoriques de la chromatographie en phase liquide, en phase gazeuse et en phase supercritique ; analyse de chromatogrammes
  - 1.7.2 Spectrométrie de masse : couplages (électronébulisation), Maldi-Tof et tandem ; analyse de spectres
  - 1.7.3 Résonance magnétique nucléaire : mono, bi et multi-dimensionnelle



## Chapitre 2 - Biochimie structurale et métabolique

### 2.1 Biochimie structurale

#### 2.1.1 Structure et propriétés physicochimiques des protéides :

- Acides aminés et dérivés
- Protéines : conformation tridimensionnelle, dénaturation, renaturation et dynamique structurale
- Complexes moléculaires proteo-protéique

#### 2.1.2 Structure et propriétés physiques et chimiques des glucides et des glycoprotéines :

- Oses : structure, isomérisation et conformation, classification, propriétés physiques et chimiques
- Différents types d'oses et de dérivés d'oses
- Osides : liaison osidique, classification, structure, propriétés physicochimiques
- Glycoprotéines

#### 2.1.3 Structure et propriétés physiques et chimiques des lipides : et des lipoprotéines

Acides gras et dérivés :

Triglycérides

Phospholipides et Sphingolipides

. Cholestérol et dérivés

. Caroténoïdes

. Quinones à chaîne isoprénique :

lipides isopréniques

Complexe moléculaire proteo-lipidique,  
membranes biologiques

#### 2.1.4 Structures et propriétés physicochimiques des nucléotides et des acides nucléiques :

- nucléotides et dérivés
- ADN : nucléaire, mitochondrial, plasmidique
- ARNs : ARN m, ARNt, ARNr, micro ARNs,
- Ultrastructures proteo-nucléiques : chromosomes, ribosomes

### 2.2 Enzymologie

#### 2.2.1 Activité enzymatique

#### 2.2.2 Facteurs physico-chimiques influençant la réaction enzymatique

#### 2.2.3 Cinétiques enzymatiques michaeliennes ;

#### 2.2.4 Cinétiques allostériques : structure des enzymes allostériques et modèles de fonctionnement

#### 2.2.5 Régulation de l'activité enzymatique

- interactions avec des ligands
- modifications covalentes,

#### 2.2.6 Applications biotechnologiques des enzymes

- en analyse
- en production

### 2.3 Métabolisme énergétique cellulaire

#### 2.3.1 Couplages énergétiques

#### 2.3.2 Rôle central de l'ATP

#### 2.3.3 Phosphorylation oxydative mitochondriale

#### 2.3.4 Phosphorylation oxydative bactérienne

#### 2.3.5 Photophosphorylation et photosynthèse

### 2.4 Les échanges membranaires

#### 2.4.1 Diffusion passive

#### 2.4.2 Transports facilités



2.4.3 Transports actifs primaires et secondaires

2.4.4 Jonctions communicantes

## **2.5 Voies métaboliques**

2.5.1 Cycle de Krebs ;

2.5.2 Métabolisme des glucides

- Glycolyse ;
- Fermentations lactique et éthanolique
- La voie des pentoses phosphates
- Glucogenèse et néoglucogenèse
- Métabolisme des autres oses et des diholosides
- : glycogénolyse et glycogénogenèse
- Cycle de Calvin

2.5.3 Métabolisme des lipides

- Catabolisme des acides gras
- Cétogenèse
- Métabolisme des triglycérides

2.5.4 Métabolisme des acides aminés

- Désamination,
- Décarboxylation
- Transamination
- Catabolisme des acides aminés

## **Chapitre 3 - Du gène à la protéine dans la cellule**

**3.1 L'ADN, support moléculaire de l'information génétique**

**3.2 Réplication de l'ADN chez les procaryotes, les eucaryotes et les virus**

**3.3 Conservation de l'ADN**

3.3.1 Fidélité de la réplication : activité correctrice des ADN polymérase

3.3.2 Les différents types de lésions de l'ADN ; agents mutagènes ; systèmes de réparation

3.3.3 Restriction et modification de l'ADN chez les bactéries

3.3.4 La variabilité génétique : mutations, recombinaisons, transpositions

**3.4 Biosynthèse et maturation des ARN**

3.4.1 Transcription chez les procaryotes et chez les eucaryotes

3.4.2 Maturation des produits de transcription

3.4.3 Les ARN polymérase ARN dépendantes et la réplication des ARN viraux

**3.5 Biosynthèse et transport des protéines**

3.5.1 La machinerie cellulaire de la traduction

3.5.2 Mécanisme de la traduction chez les procaryotes et chez les eucaryotes

3.5.3 Phénomènes post-traductionnels

3.5.4 Structuration des protéines

3.5.5 Protéolyse intracellulaire : rôles régulateur et correcteur

**3.6 Organisation des génomes**

3.6.1 Organisation des gènes procaryotes, des gènes viraux et des gènes eucaryotes

3.6.2 Différentes classes de séquences d'ADN génomique dont les séquences d'ADN répétées



- 3.6.3 Caractéristiques générales des génomes procaryotes et eucaryotes
- 3.6.4 Stabilité et évolution des génomes, familles de gènes, pseudogènes, éléments génétiques mobiles
- 3.6.5 L'ADN mitochondrial
- 3.6.6 Les petits ARN non codants (siARN, miARN, piARN)
- 3.6.7. Autres ARN régulateurs (ex : ARN circulaires, ARN longs non codants)

### **3.7 Contrôle de l'expression des gènes**

- 3.7.1 Contrôle de l'expression génétique au niveau de la transcription
  - Organismes procaryotes
  - *Organismes eucaryotes*
- 3.7.2 Contrôle de l'expression génétique au niveau post-transcriptionnel
- 3.7.3 Perturbations du contrôle de l'expression génétique et oncogénèse

## **Chapitre 4 - Biologie cellulaire**

### **4.1 Ultrastructure de la cellule eucaryote, animale et végétale.**

- 4.1.1 Membrane plasmique
  - *Architecture, perméabilité, transporteurs, domaines membranaires*
  - *Paroi cellulaire pecto-cellulosique*
- 4.1.2 Cytosol et constituants
- 4.1.3 Cytosquelette, ses constituants ; rôle dans l'architecture et la dynamique cellulaire
- 4.1.4 Vacuole
- 4.1.5 Organites cytoplasmiques
  - *Réticulum endoplasmique*
  - *Appareil de Golgi*
  - *Peroxisomes*
  - *Lysosomes*
  - *Mitochondries\**
  - *Chloroplastes, amyloplast, elaioplastes*
- 4.1.6 Noyau
  - Enveloppe nucléaire et pore nucléaire
  - Nucléoplasme
  - Nucléoles
  - Chromatine interphasique, chromosomes

### **4.2 Dynamique des constituants des cellules animales et végétales**

- 4.2.1 Biosynthèse, trafic intracellulaire et contrôle de la qualité des protéines
- 4.2.2 Dynamique de la membrane plasmique, endocytose, pinocytose, exocytose
- 4.2.3 Molécules et mécanismes adhérence cellulaire
- 4.2.4 Organites cytoplasmiques : biosynthèse, dynamique et dégradation
- 4.2.5 Autophagie

### **4.3 Communication intercellulaire**

- 4.3.1 Signaux intercellulaires et récepteurs
- 4.3.2 Mécanismes de transduction du signal, signalisation intracellulaire
- 4.4.3. Mécanismes de contrôle et de régulation de la signalisation intracellulaire



#### 4.4 Prolifération cellulaire

- 4.4.1 Phases du cycle cellulaire, croissance et division cellulaire
- 4.4.2 Mitose, fuseau mitotique
- 4.4.3 Méiose
- 4.4.4 Fragmoplaste chez les cellules végétales
- 4.4.5 Facteurs de croissance cellulaire
- 4.4.6 Immortalisation et transformation cellulaire, rôle des oncogènes cellulaires et viraux

#### 4.5 Devenir de la cellule

- 4.6.5 Les morts cellulaires
- 4.6.6. Sénescence ; quiescence

#### 4.6 Différenciation cellulaire et développement

- 4.6.1 Cellules germinales et fécondation
- 4.6.2 Différenciation cellulaire et facteurs de différenciation
- 4.6.3 Mécanismes cellulaires et moléculaires du développement
  
- 4.6.4 Transformation chez les plantes

#### 4.7 Thérapie cellulaire

- 4.7.1 Cellules modifiées
- 4.7.2 Cellules souches

## Chapitre 5 - Physiologie animale

### 5.1 Neurophysiologie

- 5.1.1 Cellules nerveuses
  - *Potentiels membranaires*
  - *Transmissions synaptique et parasynaptique*
  - *Neurotransmetteurs et récepteurs*
  - *Transduction du message nerveux*
- 5.1.2 Cellules gliales
- 5.1.3 Microglie
- 5.1.4 Ontogenèse et phylogenèse du système nerveux
- 5.1.5 Organisation du système nerveux
- 5.1.6 Fonctions sensorielles
  - *Somesthésie*
  - *Nociception*
  - *Vision*
  - *Audition*
  - *Olfaction*
- 5.1.7 Fonctions motrices
  - *Mouvements réflexes, automatiques et volontaires*
  - *Régulation du tonus musculaire, posture et équilibration*
- 5.1.8 Système limbique
- 5.1.9 Fonctions hypothalamiques
- 5.1.10 Organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux autonome et du système nerveux entérique
- 5.1.11 Bioénergétique cérébrale
  - *Circulation cérébrale*





- Barrière hémato-encéphalique
- Métabolisme énergétique cérébral
- Imageries cérébrales

5.1.12 Exemples d'activités intégrées : langage, mémoire, vigilance,

## 5.2 Aspects moléculaires et cellulaires de la contraction musculaire

- Muscle strié squelettique
- Muscle strié cardiaque
- Muscle lisse

## 5.3 Milieu intérieur/hématologie

- Plasma sanguin et protéines plasmatiques
- Les éléments figurés du sang, l'hématopoïèse ; groupes sanguins ; coagulation et hémostase

## 5.4 Endocrinologie

5.4.1 Les cellules sécrétrices : fonctionnement, activation

5.4.2 Généralités sur les hormones : sécrétion, transport et métabolisme des hormones ; effets et mécanismes d'actions cellulaires

5.4.3 Anatomie fonctionnelle des glandes endocrines

5.4.4 Thyroïde et hormones iodées

5.4.5 Pancréas endocrine

5.4.6 Glandes médullo- et cortico-surrénales et régulation des métabolismes hydrominéral, glucidique, protéique et lipidique

5.4.7 Métabolisme phosphocalcique parathormone, calcitonine et

5.4.8 Neuroendocrinologie : complexe hypothalamo-hypophysaire, rythmes biologiques et sécrétoires

## 5.5 Fonctions de nutrition

5.5.1 Digestion, absorption et grandes fonctions intestinales

- Appareil digestif
- Sécrétions digestives
- Motricité et transit
- Absorption intestinale et transport des nutriments
- Régulations nerveuses et hormonales
- Interaction muqueuse intestinale/microbiote

5.5.2 Cœur et circulation

- Cœur, cycle cardiaque, origine et propagation de l'excitation, électrocardiographie, contrôle de l'activité
- Vaisseaux : hémodynamique, motricité et perméabilité vasculaires
- Régulation de la pression artérielle
- Adaptation cardio-vasculaire à l'exercice musculaire.

5.5.3 Respiration

- Appareil respiratoire
- Transport des gaz respiratoires par le sang,
- Mécanique ventilatoire, ventilation alvéolaire, échanges alvéoles-capillaires
- Genèse du rythme et régulation de la ventilation
- Adaptations respiratoires à l'exercice musculaire, à l'hypoxie, à l'altitude

5.5.4 Fonctions rénales

- L'appareil excréteur
- Filtration, réabsorption
- Régulation neuro-hormonale de la composition et du volume des liquides extra-cellulaires



**5.5.5 Fonctions de reproduction**

- Appareils reproducteurs mâle et femelle, les fonctions des testicules et des ovaires
- Développement et différenciation sexuelle, puberté, maturité, ménopause
- Les cycles sexuels
- Régulation neuroendocrinienne de la fonction de reproduction mâle et femelle (gestation, parturition, lactation)
- Maîtrise de la reproduction humaine ; procréation médicalement assistée

**5.5.6 Grandes régulations homéostatiques**

- Rôle intégrateur du foie dans l'organisme
- Régulation de l'équilibre hydrominéral
- Régulation du pH
- Régulation de la calcémie
- Régulation de la glycémie
- Thermorégulation

**5.6 Physiopathologie et pharmacologie**

- Physiopathologie et pharmacologie vues comme outils permettant de comprendre une fonction ou son dysfonctionnement
- Physiopathologie des maladies infectieuses d'origine bactérienne et virale
- Physiopathologie des maladies neurodégénératives du système nerveux central associées à la présence de protéines anormalement conformées

**Chapitre 6 - Immunologie**

**6.1 Bases cellulaires du système immunitaire**

6.1.1 Organes et tissus lymphoïdes

6.1.2 Cellules du système immunitaire : origines, différenciations, phénotypes, rôles, circulation

**6.2 Acteurs moléculaires de l'immunité**

6.2.1 Antigènes (antigénicité et immunogénicité)

6.2.2 Le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH)

6.2.3 Immunoglobulines et récepteurs à l'antigène des lymphocytes T : structures et propriétés biologiques ; génétique moléculaire ; structures antigéniques

6.2.4 Superantigènes

6.2.5 Récepteurs, molécules d'adhésion et molécules de signalisation : structure et propriétés fonctionnelles

6.2.6 Cytokines et facteurs de croissance : cellules productrices et cellules cibles

6.2.7 Complément et collectines

**6.3 Mécanismes cellulaires et moléculaires de la réponse immunitaire**

6.3.1 Les réactions inflammatoires

6.3.2 Phagocytose et bactéricidie, mécanismes de cytotoxicité

6.3.3 Présentation de l'antigène : cellules impliquées, mécanismes et voies de présentation

6.3.4 Coopérations cellulaires et activation des cellules du système immunitaire

**6.4 Physiologie de la réponse immunitaire**

6.4.1 Barrières anatomiques et physiologiques

6.4.2 Immunité des muqueuses

6.4.3 Rôle de l'immunité innée dans la défense de l'organisme

6.4.4 Rôle de l'immunité spécifique à médiation humorale et à médiation cellulaire dans la défense de l'organisme

6.4.5 Spécificités de l'immunité : anti-bactérienne, anti-virale, anti-parasitaire, anti-tumorale



- 6.4.6 Réponses immunitaires primaire et secondaire à l'introduction d'un antigène
- 6.4.7 Régulations du fonctionnement du système immunitaire
- 6.4.8 Immunité de la gestation

### **6.5 Maladies du système immunitaire**

- 6.5.1 Hypersensibilités
- 6.5.2 Auto-immunité et maladies auto-immunes : tolérance
- 6.5.3 Les déficits immunitaires d'origine génétique et les déficits immunitaires acquis
- 6.5.4 Les syndromes immuno-prolifératifs

### **6.6 Applications en santé**

- 6.6.1 Vaccins : principes généraux et différents types
- 6.6.2 Sérothérapie
- 6.6.3 Immunomodulation : immunostimulation, traitements immunodépresseurs, immune-check point(cancérologie), Immunothérapies
- 6.6.4 Transplantation et greffes
- 6.6.5 Techniques classiques de diagnostic sérologique
- 6.6.6 Méthodes d'exploration des cellules du système immunitaire et de leur fonctionnement
- 6.6.7 Immunomarquages

## **Chapitre 7 - Microbiologie générale et appliquée**

### **7.1 Systématique des microorganismes**

- 7.1.1 Place des archées, des bactéries et des eucaryotes dans le monde vivant
- 7.1.2 Taxonomie : historique, principe et méthodes de classification des eucaryotes et des procaryotes
- 7.1.3 Notions de classification des micro-organismes eucaryotes et procaryotes
- 7.1.4 Principes des techniques d'identification et de typage, dont les méthodes moléculaires
- 7.1.5 Étude des caractères technologiques des groupes bactériens d'intérêt (médical, production industrielle, environnement)
- 7.1.6 Les organismes non cultivables

### **7.2 Les micro-organismes eucaryotes**

- 7.2.1 Structure des cellules eucaryotes : algues, champignons et protozoaires
- 7.2.2 Croissance et développement
- 7.2.3 Cycle de reproduction sexuée et asexuée
- 7.2.4 Caractéristiques métaboliques

### **7.3 Structure des micro-organismes procaryotes**

- 7.3.1 Morphologies
- 7.3.2 Morphologies dynamiques, transitions
- 7.3.3 Structure et composition des eubactéries et des archées.
- 7.3.4 Fonctions des éléments structuraux des cellules procaryotes
- 7.3.5 Spores et sporulation
- 7.3.6 Division cellulaire

### **7.4 Nutrition et croissance des bactéries**

- 7.4.1 Types trophiques
- 7.4.2 Croissance : définition, mesure, modélisation, différents types
- 7.4.3 Conditions de la croissance (paramètres physicochimiques, nutritionnels et inhibiteurs de croissance)
- 7.4.4 Interactions entre populations microbiennes et « quorum-sensing »
- 7.4.5 Biofilm et consortium microbien
- 7.4.6 Interactions cellules hôtes - persistance



### 7.5 Métabolisme des micro-organismes procaryotes

7.5.1 Bactéries chimio-organotrophes

7.5.2 Bactéries chimiolithotrophes

7.5.3 Bactéries phototrophes

7.5.4 Archées

7.5.5 Systèmes de régulation du métabolisme bactérien : mécanismes élémentaires et réponses intégrées

### 7.6 Génétique microbienne

7.6.1 Variabilité et mutation chez les micro-organismes

7.6.2 Transferts de matériel génétique

7.6.3 Plasmides et applications technologiques

7.6.4 Compétence naturelle

7.6.5 Recombinaison

7.6.6 Séquences d'insertion et transposons

7.6.7 Phénomène de restriction-modification

### 7.7 Micro-organismes et pathologie

7.7.1 Notion de virulence et de pouvoir pathogène

7.7.2 Facteurs de pathogénicité

7.7.3 Support génétique de la virulence

7.7.4 Toxines microbiennes (bactéries, algues microscopiques et champignons)

7.7.5 Bactéries pathogènes chez l'être humain

7.7.6 Bactéries pathogènes des végétaux

7.7.7 Bactérie par vecteur (insecte)

7.7.8 Protozoaires provoquant des pathologies chez l'être humain : les Helminthes (vers parasites)

### 7.8 Interactions micro-organismes - organismes eucaryotes supérieurs

7.8.1 Notion d'écologie microbienne

7.8.2 Diversité et fonctions des interactions nutritionnelles

7.8.3 Flores microbiennes des muqueuses et du tube digestif des vertébrés ; relation avec l'immunité ; lesprobiotiques

7.8.4 Signalisation du système immunitaire inné par molécules microbiennes

- Rôle dans le développement du système immunitaire

- Rôle dans la pathogénicité

- Rôle dans le comportement (physiologique, psychologique) d'un organisme

7.8.5 Symbioses entre microorganismes et organismes animaux et végétaux

### 7.9 Virus et agents transmissibles non conventionnels (ATNC)

7.9.1 Méthodes d'étude, d'identification et de titrage

7.9.2 Structure des virus

7.9.3 Classification

7.9.4 Cycles de réplication des virus

7.9.5 Interactions virus-cellules

7.9.6 Bases cellulaires et moléculaires du pouvoir pathogène des virus végétaux et animaux

7.9.7 Bactériophages, lysogénie, développement abortif

7.9.8 Les virus vecteurs de gènes

7.9.9 ATNC

### 7.10 Lutte contre les micro-organismes et les virus

7.10.1 Méthodes physiques

7.10.2 Agents chimiques : désinfectants, antiseptiques, conservateurs, inhibiteurs de milieux de culture

7.10.3 Agents chimiothérapeutiques : antibiotiques, antifongiques, antiviraux



7.10.4 Résistances des micro-organismes aux agents antimicrobiens

### 7.11 Applications biotechnologiques de la microbiologie

7.11.1 Bioréacteurs et fermentation : sélection et amélioration des souches, applications industrielles

7.11.2 Clonage et expression génétique dans des cellules bactériennes

7.11.3 Utilisation de micro-organismes en dépollution

## **Chapitre 8 – Biotechnologies : Technologies d'analyses, de recherche et de bio production.**

Ce chapitre peut reprendre des techniques citées dans les chapitres précédents. Leur présence dans ce chapitre signifie qu'il est nécessaire de connaître, en plus des essentiels des principes scientifiques, les aspects méthodologiques et techniques de leur application mise en œuvre sur des produits biologiques d'origine animale, végétale ou microbienne ; sur des aliments, des produits pharmaceutiques ou cosmétiques.

### 8.1 Techniques de chimie analytique

8.1.1 Méthodes volumétriques : méthodes chimiques ; méthodes électrométriques : potentiométrie à courant nul ; conductimétrie

8.1.2 Applications aux dosages acido-basiques, aux dosages d'oxydo-réduction, aux dosages par complexation et précipitation

8.1.3 Méthodes optiques : spectrométrie d'absorption moléculaire ; spectrométrie d'absorption atomique, spectrométrie d'émission atomique ; fluorométrie, photométrie des milieux troubles (turbidimétrie, néphélométrie) ; gamme d'étalonnage

8.1.4 Méthodes chromatographiques : chromatographie sur couche mince, chromatographie en phase liquide de haute performance (CLHP)

### 8.2 Biochimie analytique et préparative

8.2.1 Théorie et applications des méthodes de centrifugation et ultracentrifugation. Applications au fractionnement subcellulaire et à l'isolement des macromolécules

8.2.2 Méthodes physiques et chimiques d'extraction, de fractionnement, de purification et d'identification

8.2.3 Méthodes de filtration et ultrafiltration, dialyse

8.2.4 Solubilité, force ionique, méthodes de précipitation ; mélanges, hydro-organiques ; partition de phase

8.2.5 Principes des méthodes chromatographiques : adsorption, partage, échange d'ions, tamisage moléculaire, affinité

8.2.6 Techniques de chromatographie sur colonne : en phase liquide, à haute performance, en phase gazeuse

8.2.7 Méthodes électrophorétiques et immuno-électrophorétiques

8.2.8 Méthodes colorimétriques, spectrophotométriques et spectrofluorimétriques

8.2.9 Spectrométrie de masse ; méthodes d'ionisation douces : MALDI et électronébulisation ; spectrométrie de masse en tandem

8.2.10 Protéomique

- Isolement et de purification des protéines
- Détermination de la masse moléculaire d'une protéine ;
- Détermination de la composition et de la séquence des acides-aminés
- Identification des protéines : spectrométrie de masse en tandem
- Notions sur l'utilisation de bases de données et de l'intelligence artificielle pour la modélisation et la prédiction des structures protéiques



- Méthodes d'analyses qualitative et quantitative des protéines
- Méthodes d'analyse des interactions protéine-protéine et protéine-petites molécules

### 8.3 Enzymologie et génie enzymatique

- 8.3.1 Dosages de substrats
- 8.3.2 Dosages d'enzymes
- 8.3.3 Principales méthodes de caractérisation, de fractionnement, de purification des protéines
- 8.3.4 Purification des enzymes : techniques, étapes et suivi
- 8.3.5 Enzymes immobilisées : méthodes d'immobilisation, étude des propriétés des enzymes immobilisées
- 8.3.6 Électrode à enzymes et biocapteurs
- 8.3.7 Réacteurs à enzymes
- 8.3.8 Dosages immuno-enzymatiques

### 8.4 Méthodes immunologiques

- 8.4.1 Immunoprécipitation et agglutination
- 8.4.2 Immunomarquage
- 8.4.3 Méthodes immunologiques de purification et de dosage
- 8.4.4 Méthodes immunofluorescentes et immunoenzymatiques
- 8.4.5 Méthodes d'étude des cellules de l'immunité et de la réaction immunitaire

### 8.5 Méthodes et les techniques de la biologie moléculaire des acides nucléique

- 8.5.1 Extraction, purification, séparation et quantification des acides nucléiques
  - ADN génomique
  - ADN plasmidique
  - ARN totaux
  - ARN messagers
  - ARN régulateurs
  - Électrophorèses d'ADN et d'ARN
- 8.5.2 Caractérisation et identification des acides nucléiques par hybridation avec des sondes nucléiques  
Dot blot, Southern blot, northern blot, hybridation in situ, puces à ADN
- 8.5.3 Amplification de l'ADN et de l'ARN par des technologies PCR  
RT-PCR, qPCR, PCR nichée, PCR multiplexe, PCR digitale, LAMP
- 8.5.4 Clonage moléculaire : outils, méthodes et techniques dérivées.
- 8.5.5 Outils : Enzymes : enzymes de restriction, ADN et ARN polymérases, ligases, nucléases
- 8.5.6 Banques d'ADN génomique et d'ADN complémentaire : obtentions, intérêts
- 8.5.7 Séquençage des acides nucléiques: techniques, méthodes et stratégies
- 8.5.8 Transfert de gènes dans les cellules eucaryotes et la transgénèse
- 8.5.9 Recombinaison et modification / édition de génomes : recombinaison homologue, illégitime, site spécifique, CRISPR-Cas9, TALE/TALEN
- 8.5.10 Typage, détection de mutations, analyse de polymorphismes
- 8.5.11 Procédés et stratégies de clonage
- 8.5.12 Bases de données et techniques bioinformatiques de recherche et comparaison de séquences
- 8.5.13 Organismes génétiquement modifiés

### 8.6 Expression des gènes et contrôle

- 8.6.1 Interférence ARN,
- 8.6.2 Knock Out conditionnels



8.6.3 Production de protéines hétérologues et recombinées

### 8.7 Méthodes d'études des omiques

- Méthodes d'étude du génome
- Méthodes d'étude du transcriptome
- Méthodes d'étude du protéome
- Méthodes d'étude de l'interactome
- Méthodes d'étude du métabolome

### 8.8 Méthodes et techniques de biologie cellulaire

8.8.1 Cultures de cellules et de tissus végétaux

- micropropagation,
- embryons somatiques,
- végétaux transgéniques

8.8.2 Cultures de cellules animales

- Principaux types de culture
- Entretien de lignées cellulaires
- Quantification de cellules vivantes par méthodes directes et indirectes
- Techniques de transfection cellulaire
- Techniques de clonage et de transgénèse
- Techniques d'études des interactions hôte – microorganisme

8.8.3 Techniques histochimiques et d'imagerie cellulaire

### 8.9 Méthodes et techniques de microbiologie

8.9.1 Technologie spécifique de la culture des micro-organismes

- Culture en conditions stériles
- Milieux de culture : composition, préparation et stérilisation
- Méthodes de culture : conditions et techniques de culture
- Démarche de prévention des risques biologiques

8.9.2 Identification et typage des micro-organismes

- Méthodes phénotypiques ; spectrométries de masse dont MALDI-TOF
- Méthodes génotypiques

8.9.3 Méthodes de quantification des microorganismes

8.9.4 Études de l'action des antiseptiques, désinfectants et antibiotiques ; résistance des micro-organismes, phagothérapie

8.9.5 Technologie de la génétique microbienne : transferts de matériel génétique, clonage

8.9.6 Génie fermentaire

- Maîtrise des populations microbiennes : sélection des souches ; conservation des souches microbiennes
- Technologie de production de biomasse ou de métabolites

### 8.10 Méthodes et techniques de virologie

8.10.1 Culture de virus in vitro

8.10.2 Dénombrement de virus

8.10.3 Recherche et identification de virus par des techniques immunologiques et

8.10.4 Recherche et identification de virus par des techniques de biologie moléculaire



### 8.11 Méthodes et techniques de physiologie

- 8.11.1 Limites et conditions de la mise en œuvre de l'expérimentation animale ; méthodes de substitution
- 8.11.2 Techniques de prélèvement de cellules et d'organes
- 8.11.3 Méthodes d'étude cellulaire et globale de l'activité physiologique : exploration fonctionnelle, électrophysiologie, imagerie cellulaire, imagerie de l'organisme
- 8.11.4 Animaux et invalidation génique ; invalidation conditionnelle

## **Chapitre 9 - Applications en biotechnologies : technologies d'analyse de recherche et de production**

Des exemples d'application pourront être mobilisées parmi les suivants.

- 9.1 Thérapie cellulaire (Car T cell)
- 9.2 Thérapie génique (lentivirus, adenovirus, Crispr Cas9)
- 9.3 Technologie d'obtention des anticorps monoclonaux
- 9.4 Applications diagnostiques
- 9.5 Applications en génomique fonctionnelle
- 9.6 Modification génétique par édition (modification) du génome
- 9.7 Bioproduction de biomédicaments
- 9.8 Applications agronomiques
- 9.9 Biologie synthétique
- 9.10 Reprogrammation cellulaire

## **Chapitre 10 - Approche sociétale des biotechnologies**

Sans faire l'objet d'une étude approfondie, les thématiques suivantes peuvent être abordées dans le cadre d'un sujet susceptible de les mobiliser.

- 10.1 Bioéthique,
- 10.2 Intégrité scientifique,
- 10.3 Expérimentation sur les êtres vivants,
- 10.4 Bases de données, modélisation et simulations en biotechnologies *in silico*
- 10.5 Responsabilité environnementale.