



**Direction générale de l'enseignement  
et de la recherche  
Service de l'enseignement supérieur, de la recherche  
et de l'innovation  
Sous-direction de l'enseignement supérieur  
Bureau des formations de l'enseignement supérieur  
78 rue de Varenne  
75349 PARIS 07 SP  
0149554955**

**N° NOR AGRE2116612C**

**Note de service**

**DGER/SDES/2021-454**

**14/06/2021**

**Date de mise en application :** Immédiate

**Diffusion :** Tout public

**Cette instruction n'abroge aucune instruction.**

**Cette instruction ne modifie aucune instruction.**

**Nombre d'annexes :** 1

**Objet :** programme de la première année commune aux écoles nationales vétérinaires (PACENV).

#### **Destinataires d'exécution**

Les directeurs des écoles nationales vétérinaires

#### **Résumé :**

La présente note de service définit le programme de la première année commune aux écoles nationales vétérinaires (PACENV) tel que prévu par l'arrêté du 3 décembre 2020 relatif aux études vétérinaires.

#### **Textes de référence :**

- Livre VIII du code rural et de la pêche maritime, notamment l'article D. 812-64
- Arrêté du 3 décembre 2020 relatif aux études vétérinaires
- Avis du CNESERAAV en date du 18 mars 2021

Vu le livre VIII du code rural et de la pêche maritime, notamment les article R. 812-56 et D. 812-64 ;  
Vu l'arrêté du 3 décembre 2020 relatif aux études vétérinaires ;  
Vu l'avis du CNESERAAV en date du 18 mars 2021 ;

L'annexe à cette note de service fixe le programme de la première année commune aux écoles nationales vétérinaires (PACENV)<sup>1</sup>.

La Directrice générale  
de l'enseignement et de la recherche

Valérie BADUEL

---

<sup>1</sup> La mise en œuvre de ce programme correspond pour les professeurs du second degré affectés en établissement public d'enseignement supérieur agricole à 484 heures équivalents TD/TP (384 heures d'obligations de service et 100 heures complémentaires) de service annuel en sciences et vie de la terre (SVT) et à 484 heures équivalents TD/TP (384 heures d'obligations de service et 100 heures complémentaires) de service annuel en physique-chimie pour un groupe de l'ordre de 40 étudiants.



Programme  
de la première année commune  
aux Écoles Nationales Vétérinaires

Version en vigueur au 3 février 2021



## Sommaire

Sommaire.....	1
Glossaire.....	2
Tableau récapitulatif des Unités de Compétences (UC) .....	3
UC011 - Bases chimiques et structurales des biomolécules .....	5
UC012 - Biologie et thermodynamique cellulaires .....	10
UC013 - Organisation des appareils et étude des fluides biologiques .....	14
UC014 - Mathématiques appliquées aux études vétérinaires .....	17
UC021 - Approche phylogénétique et écosystémique de la biodiversité.....	23
UC022 - Méthodes et démarches d'apprentissage, outils de communication.....	26
UC023 - Vétérinaires, Animal et société.....	29
UC024 - Énergie, cinétique, métabolisme et synthèse protéique.....	31
UC025 - Approche physiologique d'un organisme et interprétation physique .....	35
UC026 - Physique et Chimie au cœur du diagnostic et de la thérapeutique animale .....	38

## Glossaire

**Cours** : cours en promotion entière (1 : 1) en présentiel avec interactivité possible (ex. : rétroactions).

**Travaux Dirigés (TD)** : activités en demi promotion (1 : 2) avec réalisation encadrée d'une production personnelle.

**Travaux Pratiques (TP)** : activités pratiques en demi promotion (1 : 2) avec manipulation d'outils et réalisation d'une production personnelle ou collective.

**E-Learning** : cours en ligne permettant de valider les prérequis, participant à la classe inversée, proposant des auto-évaluations formatives.

**Travaux Tutorés Étudiants (TTE)** : activités en promotion entière (1 : 1) ou en petit effectif formant à l'autonomie et à une production finale.

**Heures de travail en autonomie ou travail personnel (Personnel)** : investissement personnel de l'étudiant pour appropriation des notions abordées en formation présentielle.

**Temps total de travail par étudiant** : somme du temps en formation présentielle et du temps de travail personnel.

**European Credit Transfer System (ECTS)** : 1 ECTS correspond à environ 25 à 30 h de temps total de travail étudiant.

Les **capacités visées** présentées dans chacune des Unités de Compétences renvoient à des codes utilisés dans le *Référentiel d'Activités Professionnelle et de Compétences à l'issue des études vétérinaires*, mentionné dans l'[arrêté du 3 décembre 2020](#) relatif aux études vétérinaires.

Des **objectifs d'apprentissage**, hiérarchisés, ont été définis pour chacune d'entre elles. Ils ne figurent pas dans le présent document.

## Tableau récapitulatif des Unités de Compétences (UC)

<b>Semestre 1</b>		
<b>UC011</b> <b>Bases chimiques et structurales des biomolécules</b>  Mots-clés : atome ; structure électronique ; molécule ; interactions ; transformation chimique ; équilibre chimique ; réaction acido-basique ; réaction de complexation ; réaction de précipitation ; réaction d'oxydoréduction ; solvant ; stéréochimie ; fonctions et groupes caractéristiques ; profil énergétique ; stratégie de synthèse ; petites molécules organiques ; macromolécules organiques ; ADN ; génome ; gène ; réplication	Temps total de travail étudiant : 225 h	ECTS : 9
<b>UC012</b> <b>Biologie et thermodynamique cellulaires</b>  Mots-clés : cellule ; microscopie ; membrane ; matrice extracellulaire ; organites ; principes de la thermodynamique ; échanges ; potentiel d'action ; potentiel chimique ; potentiel électrochimique ; équilibre ; osmose ; cycle cellulaire ; mitose ; méiose ; mutation ; allèle ; diversité génétique	Temps total de travail étudiant : 192 h	ECTS : 8
<b>UC013</b> <b>Organisation des appareils et étude des fluides biologiques</b>  Mots-clés : organisme ; morphologie ; anatomie ; histologie ; plan d'organisation ; appareil ; système ; organe ; tissu ; fonction ; embryologie ; fluide ; vitesse ; tension superficielle ; conservation ; écoulement ; viscosité	Temps total de travail étudiant : 127 h	ECTS : 5
<b>UC014</b> <b>Mathématiques appliquées aux études vétérinaires</b>  Mots-clés : logique ; nombres réels ; suites ; fonction ; équation différentielle ; limite ; continuité ; dérivation ; développement limité ; intégration ; géométrie ; probabilité ; statistique	Temps total de travail étudiant : 200 h	ECTS : 8
<b>TOTAL</b>	Temps total de travail étudiant : 744 h	ECTS : 30

<b>Semestre 2</b>		
<b>UC021</b> <b>Approche phylogénétique et écosystémique de la biodiversité</b>  Mots-clés : systématique ; phylogénie ; écologie ; zoologie ; botanique ; évolution ; génétique des populations ; écosystème ; agrosystème ; biodiversité ; anthropisation	Temps total de travail étudiant : 93 h	ECTS : 4
<b>UC022</b> <b>Méthodes et démarches d'apprentissage, outils de communication</b>  Mots-clés : apprentissage ; autonomie ; cognition ; collaboration ; expression écrite ; expression orale ; anglais ; outils numériques ; démarche scientifique ; métrologie ; expérimentation ; incertitude ; analyse critique ; éthique	Temps total de travail étudiant : 175 h	ECTS : 7
<b>UC023</b> <b>Vétérinaires, Animal et société</b>  Mots-clés : vétérinaire ; agriculture ; paysage, Histoire ; animaux d'élevage ; animaux de sports et loisirs ; faune sauvage ; santé animale ; bien-être animal ; One Health ; métiers ; enjeux ; projet professionnel ; problématique	Temps total de travail étudiant : 121 h	ECTS : 5
<b>UC024</b> <b>Énergie, cinétique, métabolisme et synthèse protéique</b>  Mots-clés : système ouvert ; enthalpie libre standard de réaction ; oxydoréduction ; potentiel standard d'oxydoréduction ; métabolisme ; couplage ; énergie ; ATP ; vitesse de réaction ; mécanismes réactionnels ; enzymes ; ADN ; transcription ; traduction ; synthèse protéique	Temps total de travail étudiant : 152 h	ECTS : 6
<b>UC025</b> <b>Approche physiologique d'un organisme et interprétation physique</b>  Mots-clés : flux ; potentiel ; perméabilité ; conduction ; charge ; dipôle ; état physique ; température ; pression ; gaz parfait ; changement d'état ; solution ; physiologie ; fonction de nutrition ; fonction de relation ; fonction de reproduction ; intégration ; boucle de régulation ; adaptation	Temps total de travail étudiant : 114 h	ECTS : 4
<b>UC026</b> <b>Physique et Chimie au cœur du diagnostic et de la thérapeutique animale</b>  Mots-clés : signal ; ondes ; dioptrique ; image ; rayonnement ; niveau d'énergie électronique ; noyau atomique ; radioprotection ; réaction acido-basique ; réaction de complexation ; réaction de précipitation ; réaction d'oxydoréduction	Temps total de travail étudiant : 111 h	ECTS : 4
<b>Total Semestre 2</b>	Temps total de travail étudiant : 766 h	ECTS : 30

## UC011 - Bases chimiques et structurales des biomolécules

### Mots clés

atome ; structure électronique ; molécule ; interactions ; transformation chimique ; équilibre chimique ; réaction acido-basique ; réaction de complexation ; réaction de précipitation ; réaction d'oxydoréduction ; solvant ; stéréochimie ; fonctions et groupes caractéristiques ; profil énergétique ; stratégie de synthèse ; petites molécules organiques ; macromolécules organiques ; ADN ; génome ; gène ; réplication

### Temps de travail

Crédits ECTS : 9

Temps total de travail étudiant : 225h.

### Capacités visées

Coprev.2.2 ; CoPrev.2.3 ; D.3.4 ; ST 1.1 ; ST.1.5 ; ST.2.4 ; ST.3.1

### Objectifs généraux

- Analyser la structure d'un atome et faire le lien avec ses propriétés.
- Connaître l'organisation atomique et moléculaire des principales biomolécules.
- Appréhender la diversité structurale des molécules organiques en lien avec leurs fonctions.
- Analyser le lien structure-fonction des principales biomolécules afin de comprendre des processus biologiques en milieu aqueux.
- Analyser un système chimique en évolution.
- Comprendre le rôle d'un solvant.
- Reconnaître la nature des particules échangées en milieu aqueux et en interpréter les conséquences.
- Analyser des transformations chimiques en solution aqueuse.
- Évaluer l'importance de la stéréochimie des molécules organiques dans le vivant et utiliser des stéréo-descripteurs adaptés aux différents centres stéréogènes.
- Prédire la réactivité de molécules chimiques mono ou polyfonctionnelles en vue d'une réponse appropriée à une synthèse.
- Comprendre les notions de sélectivité en chimie organique.
- Analyser un profil énergétique pour un mécanisme réactionnel donné.
- Maîtriser les bases moléculaires de la structure et de l'organisation des génomes.
- Appréhender une notion complexe et en constante évolution : le gène.



## Programme détaillé

### Structure de la matière

#### • Les atomes

- Structure électronique des atomes : quantification de l'énergie dans les atomes. Notion de fonction d'onde et densité de probabilité de présence ; application à l'électron. Nombres quantiques orbitaux. Représentation géométrique des OA s, p, d. Spin et nombre quantique de spin. Principe de Pauli. Règles de remplissage. Détermination de la configuration électronique à l'état fondamental d'un atome (Règle de Hund). Électrons de cœur et électrons de valence.
- Caractère dia ou paramagnétique.
- Structure électronique des ions monoatomiques.
- Classification périodique des éléments : architecture du tableau périodique. Familles. Métaux/non-métaux. Caractère oxydant/réducteur. Électronégativité. Polarisabilité.

#### • Les édifices poly-atomiques

- Liaison covalente : modèle de Lewis
  - Modèle de Lewis moléculaire ou ions polyatomiques. Hypervalence et valence maximale (cas du Soufre et du Phosphore).
  - Limite du modèle. Cas particulier de O<sub>2</sub> justifiant son rôle dans le vivant.
  - Initiation au modèle quantique de la liaison par recouvrement des OA. Liaison sigma ( $\sigma$ ) et pi ( $\Pi$ ).
- Structure géométrique d'une molécule ou d'un ion polyatomique
  - Méthode VSEPR. Géométrie et grandeurs caractéristiques (longueur de liaison, polarité, énergie de liaison).
- Polarité des molécules
  - Liaison polarisée. Molécule polaire.
  - Moment dipolaire. Lien avec la géométrie.
- Effets électroniques
  - Effet inductif.
  - Effet mésomère (types d'enchainements donnant lieu à une délocalisation électronique).
- Aromaticité. Conséquences en milieux biologiques.

#### • Les interactions intermoléculaires

- Polarisabilité des molécules.
- Les interactions non spécifiques : les interactions de van der Waals : description, ordre de grandeur énergétique, conséquences.
- Les interactions spécifiques
  - L'interaction ionique.
  - La liaison (ou interaction) Hydrogène.
  - Effet Hydrophobe : définition et conséquence structurale.

### Solvants

#### • Rôle d'un solvant

#### • Caractéristiques d'un solvant

- Polarité.
- Proticité.

#### • Solvants organiques

#### • L'eau solvant

- Grandeurs caractéristiques : moment dipolaire, permittivité relative.
- Polarité et proticité.
- Mise en solution d'une espèce chimique moléculaire ou ionique.
- Rôles de l'eau dans les milieux biologiques. Structure en double couche des membranes.
- Cas des ions. Mobilité ionique. Conductivité.

## Des espèces chimiques en équilibre

### • *Systèmes chimiques et biochimiques*

- Description d'un système physico-chimique : système fermé, ouvert. Transformation physique. Transformation chimique. Constituant physico-chimique.
- Corps pur et mélange. Concentration molaire. Fraction molaire. Pression partielle. Composition d'un système physico-chimique.

### • *Transformations chimiques*

- Modélisation par une (ou des) équation(s) de réaction.
- Avancement.

### • *Évolution d'un système chimique*

- Activité.
- Quotient de réaction.
- Transformation quantitative ou limitée.
- Constante d'équilibre.
- Influence de la température sur la constante d'équilibre.
- Condition d'équilibre ou d'évolution d'un système chimique ou biochimique.

## Analyses des transformations chimiques en solution aqueuse

### • *Les équilibres acido-basiques (au sens de Brönsted)*

- Couples acide-base.
- Acides et bases faibles et forts.
- Constante d'acidité.
- pH.
- Diagrammes de prédominance.
- Diagrammes de distribution.
- Réaction prépondérante et calculs du pH cas simples et réalistes.
- Cas des AA. Point (ou pH) isoélectrique.
- Mesure du pH.
- Réalisation. Interprétation. Utilisation.
- Effet tampon. Calculs dans des cas simples.

### • *Formation de complexes, ligands*

- Description d'un complexe. Atome ou ion central. Ligand. Liaison atome (ou ion central) - ligand.
- Constantes de formations.
- Constante globale de formation  $\beta_n$ .
- Constantes de formation successives  $K_{f,i}$ .
- Diagrammes de prédominance.
- Compétition entre ligands.
- Influence du pH.
- Importances des complexes dans les milieux biologiques.

### • *Réaction de dissolution ou de précipitation*

- Réaction de précipitation d'un composé ionique.
- Produit de solubilité  $K_s$  ; condition de précipitation. Domaine d'existence.
- Diagramme d'existence.
- Solubilité.
- Solubilité des espèces chimiques dans l'eau. Facteurs de solubilité : température, ion commun, pH et complexation.

### • *Oxydoréduction*

- Oxydant, réducteur, couple d'oxydo-réduction,  $\frac{1}{2}$  équation électronique.
- Potentiel d'oxydoréduction.
- Potentiel standard d'oxydoréduction.
- Potentiel standard apparent d'oxydoréduction.
- Relation de Nernst.
- Diagramme de prédominance et/ou existence.
- Déplacement d'un équilibre d'oxydoréduction par complexation et précipitation.

## Chimie organique

### • *Stéréochimie*

- Représentations des molécules : écriture semi-développée et topologique. Éléments de nomenclature. Représentations : en perspective cavalière, de Cram, de Fischer, d'Haworth et de Newman. Isomérisie plane (ou isomérisie de constitution).
- Chiralité.
- Stéréoisomérisie de conformation des alcanes linéaires et du cyclohexane.
- Description stéréochimique : centre stéréogène. Carbone asymétrique. Descripteurs stéréochimiques Z/E, R/S, D/L, cis et trans pour les cycles.
- Stéréoisomérisie de configuration : énantiomérisie, diastéréoisomérisie.
- Glucopyranoses ; épimérisie ; anomérisie ; existence de la mutarotation du glucose.
- Activité optique, pouvoir rotatoire, loi de Biot.
- Mélange racémique. Excès énantiomérisie.

### • *Mécanismes réactionnels*

- Formalisme des flèches courbes.
- Intermédiaires de réactions.
- Stabilité des IR.
- Chemin réactionnel et profil de réaction. Acte élémentaire. État de transition. Intermédiaire réactionnel. Étape cinétiquement déterminante.

### • *Réactivité en chimie organique*

- Nature de l'espèce réactive.
- Radicaux organiques.
- Effet +I/-I et +M/-M.
- Nature de la réaction modélisant une transformation. Réactif. Substrat. Produit d'intérêt. Produits secondaires. Substitution. Addition. Élimination. Oxydation. Réduction. Acido-Basicité au sens de Brönsted. Polymérisation.
- Sélectivité. Régiosélectivité. Chimiosélectivité. Stéréosélectivité. Stéréospécificité.
- Contrôle thermodynamique et contrôle cinétique. Postulat de Hammond. Produits majoritaires. Facteur temps. Facteur température.

### • *Stratégie de synthèse*

- Fonctions et groupes caractéristiques.
- Activation de groupes caractéristiques
  - Activation du caractère électrophile.
  - Activation du caractère nucléophile.
  - Activation de l'aptitude nucléofuge.
- Descriptions de fonctions chimiques simples.
  - Chaines Hydrocarbonées : réactivité des dérivés éthyléniques.
  - Fonctions alcools et dérivés : réactivité
  - Fonctions amines et dérivés : réactivité
  - Fonctions aldéhydes et cétones
    - ✓ Réactivité des dérivés carbonylés.
    - ✓ Description de l'équilibre céto-énolique.
    - ✓ Description de l'hémi-acétalisation et de l'acétalisation.
  - Fonction acides carboxyliques et dérivés (acides carboxyliques, esters, amides) : réactivité
- Protection. Déprotection.
- Séparation de stéréo-isomères et synthèse asymétrique.

## Structure, diversité et fonction des petites biomolécules

### • *La famille des glucides*

- Molécules ternaires, oses ou glucides simples, fonction aldéhyde ou cétone.
- Diholosides et liaison osidique.

### • *Les lipides*

- Hydrophobes de faible masse molaire.
- Groupements hydrophiles permettant la formation de micelles et de bicouches.
- Acides gras saturés et insaturés (structure, origine, propriétés), acides gras essentiels.
- Fonctions de réserve et de protection.

### • *Les acides alpha-aminés*

- Structure et propriétés : état d'ionisation fonction du pH, diversité et principales propriétés liées aux caractéristiques des radicaux, reconnaissance des groupes d'acides aminés.

### • *Les nucléotides*

- Structure : association d'une base azotée purique ou pyrimidique et d'un pentose phosphorylé (distinction ribose - désoxyribose, présentation de l'ATP et du NADH, mise en relation avec leur rôle d'intermédiaire métabolique).
- Diversité des nucléotides en lien avec la diversité des bases azotées.
- Molécules de petite taille, solubles, mobiles, susceptibles de s'associer à des protéines.

## Structure, diversité et fonction des macromolécules

### • *Les macromolécules glucidiques, aux fonctions variées*

- Polymères souvent monotones d'oses (amidon, glycogène, cellulose).
- Schématisation des structures linéaires et spiralées.
- Relation entre structure et fonction.

### • *Les acides nucléiques, polymères séquencés de nucléotides*

- Vecteurs d'information : représentation de l'ADN et de l'ARN, relation structure - fonction.

### • *Les protéines, des structures complexes aux fonctions multiples et dynamiques*

- Peptides et protéines (niveaux structuraux), étude de la relation structure et fonction.
- Complexification des structures protéiques (glycosylation, phosphorylation).
- Interaction spécifique entre une protéine et un ligand.
- Séparation de protéines par électrophorèse.

## Approche structurale du génome

### • *Approche historique du rôle de l'ADN, molécule informationnelle*

#### • *Structure du matériel génétique nucléaire*

- ADN et protéines (histones et non histones).
- Euchromatine vs hétérochromatine.
- Chromosome métaphasique.
- Taille des génomes (paradoxe de la valeur C).

#### • *Organisation du génome (étude limitée aux eucaryotes)*

- Séquences hautement répétitives, moyennement répétitives, séquences uniques.
- Éléments génétiques mobiles.
- Séquençage du génome.

#### • *Notion de gène (chez les eucaryotes)*

#### • *Génome cytoplasmique : exemple de la mitochondrie*

#### • *Réplication de l'ADN et mécanismes de réparation, principe de la PCR*

## UC012 - Biologie et thermodynamique cellulaires

### Mots clés

Cellule ; microscopie ; membrane ; matrice extracellulaire ; organites ; principes de la thermodynamique ; échanges ; potentiel d'action ; potentiel chimique ; potentiel électrochimique ; équilibre ; osmose ; cycle cellulaire ; mitose ; méiose ; mutation ; allèle ; diversité génétique

### Temps de travail

Crédits ECTS : 8

Temps total de travail étudiant : 192h.

### Capacités visées

CoPrev.2.3 ; CoPrev.2.4 ; D.2.6 ; D.3.2

### Objectifs généraux

- Maîtriser les principales méthodes d'étude des cellules.
- Comparer l'organisation de virus, de cellules bactériennes et eucaryotes (animales et végétales).
- Maîtriser l'ultrastructure d'une cellule eucaryote animale (cytosquelette et organites).
- Présenter les mécanismes du fonctionnement cellulaire eucaryote en s'appuyant sur les notions d'échanges de matière et de transfert d'énergie intra et extracellulaire.
- Présenter la membrane et son ultrastructure et argumenter le modèle de la mosaïque fluide.
- Comprendre les échanges de matière transmembranaires.
- Connaître les mécanismes de propagation d'un potentiel d'action le long d'une fibre nerveuse, sa transmission au niveau d'une synapse et le codage de l'information.
- Appréhender les principales étapes du cycle cellulaire, de la différenciation et des morts cellulaires.
- Appréhender la notion de cellule souche.
- Comprendre que la mitose permet d'assurer la transmission conforme de l'information génétique lors d'une division cellulaire.
- Comprendre les conséquences de la méiose en termes de brassages génétiques et d'évolution des génomes.
- Connaître les types et l'origine des mutations et expliquer les conséquences sur l'évolution des génomes.
- Appréhender diverses causes de diversité génétique.
- Analyser un système thermodynamique.
- Comprendre et appliquer les principes de la thermodynamique.
- Expliquer l'évolution des systèmes thermodynamiques au sein de l'organisme grâce aux échanges et transformations physico-chimiques.

## Programme détaillé

### Structure générale des cellules

#### • Méthodes d'étude des cellules

- Microscopie optique.
- Microscopie électronique à transmission et balayage.
- Techniques de marquage et de révélation cellulaire.
- Méthodes de manipulation cellulaire : prélèvement, séparation, culture, comptage.

#### • Exemple d'ultrastructure d'une cellule eucaryote animale : la cellule acineuse pancréatique (CAP)

- Organisation générale d'une glande : exemple du pancréas et de la CAP (asymétrie de structure, base et apex).
- Organites : noyau, réticulum endoplasmique, appareil de Golgi, lysosomes, mitochondries, peroxysomes, protéasome.
- Cytosquelette : microfilaments d'actine, filaments intermédiaires, microtubules.
- Compartimentation et trafic intracellulaire.
- Matrice extracellulaire : substance fondamentale et fibres, rôle des fibroblastes.

#### • Comparaison de l'organisation cellulaire

- Une cellule eucaryote végétale (cellule du parenchyme palissadique).
- Une cellule bactérienne (cas d'une eubactérie *Escherichia coli*).
- Un virus (bactériophage).

### Thermodynamique des systèmes stationnaires biologiques

#### • Système thermodynamique

- Variables d'état. Fonctions d'état.
- Grandeurs extensives et intensives.
- Grandeurs de réaction.
- Systèmes chimiques et biochimiques (ouvert, fermé, isolé).
- État standard. Conditions standard en biochimie.
- Grandeurs standard.

#### • Transformations thermodynamiques

- Transformations thermodynamiques d'un système.
- Vocabulaire lié aux transformations thermodynamiques.

#### • Premier principe de la thermodynamique

- Transfert d'énergie par travail.
- Transfert d'énergie par chaleur (transfert thermique).
- Énergie interne  $U$  et enthalpie  $H$  d'un système.
- Capacité thermique à pression constante.
- Enthalpie de réaction. Enthalpie standard de réaction.

#### • Deuxième principe de la thermodynamique

- Notion de réversibilité et d'irréversibilité.
- Entropie. Entropie de réaction. Entropie standard de réaction.
- Enthalpie libre. Enthalpie libre de réaction. Enthalpie libre standard de réaction.
- Relation de Gibbs-Helmholtz.
- Potentiel chimique. Expression de  $G$ . Relation de Gibbs-Duhem.
- Influence des paramètres intensifs sur le potentiel chimique.
- Expression du potentiel chimique  $\mu_i(T, p, \text{composition}) = \mu_i^{\text{réf}}(T, p) + RT \ln(a_i)$ 
  - Gaz parfaits et mélange de gaz parfaits.
  - Corps pur condensé.
  - Constituants en mélange idéal en phase condensée.
  - Solutés infiniment dilués.
- Osmose. Pression osmotique. Pression oncotique. Osmolalité. Osmolarité.

- Potentiel électrochimique
  - Potentiel de Donnan.

## Membranes et échanges cellulaires

### • *Organisation de la membrane plasmique*

- Structure et composition de la bicouche lipoprotéique.
- Modèle de la mosaïque fluide.

### • *Interactions entre la membrane et l'environnement extracellulaire*

- Récepteurs membranaires (cas des protéines G) et les seconds messagers : détection, transduction et amplification d'un signal.
- Jonctions d'adhérence (serrées, d'ancrage et leur lien avec le cytosquelette) et communicantes.

### • *Les échanges de matière transmembranaires*

- Échanges régis par des phénomènes physico-chimiques : un gradient transmembranaire (chimique ou électrochimique), forme d'énergie évaluable sous forme d'une d'enthalpie libre molaire standard, et déterminant le sens de transfert ; perméabilité sélective de la membrane.
- Transport en masse par des vésicules closes : endocytose, exocytose, transcytose.
- Transferts passifs : diffusion simple, diffusion facilitée par canaux ou transporteurs.
- Transport actif primaire ou secondaire : notion de couplage par phosphorylation d'ATP ou par un transport dans le sens du gradient (symport ou antiport) ; cas de la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATP dépendante.
- Fonctions des échanges transmembranaires : flux de matière, d'énergie et d'information dans la cellule.

### • *Membrane et différence de potentiel électrique*

- Potentiel d'équilibre d'un ion, différence de potentiel transmembranaire.
- Cellule excitable et potentiel d'action (PA) : exemple du neurone.
- Propagation du PA le long de l'axone d'un neurone.
- La synapse : transmission d'une information (nature du signal et du codage).

## Les étapes de la vie cellulaire

### • *Le cycle cellulaire*

- Phases.
- Évolution des chromosomes.
- Existence de points de contrôle.

### • *La mitose, une division conforme*

- Phases et rôle des microtubules.
- Stabilité de l'information génétique.
- Place dans le vivant (croissance, développement, renouvellement).

### • *La différenciation cellulaire*

- Différenciation à partir d'une cellule totipotente ou pluripotente.
- Détermination cellulaire.
- Spécialisation cellulaire.

### • *Les morts cellulaires : apoptose et nécrose*

### • *Les cellules souches*

- Types : toti-, pluri-, multi-, unipotentes.
- Origine : embryonnaire ou adulte.
- Place dans la vie d'un organisme : développement, réparation, cancer.

## La diversité et l'évolution des génomes à l'échelle cellulaire

### • *Les mutations*

- Mutations ponctuelles (spontanées ou induites) et création de nouveaux allèles.
- Mutations du nombre et de la structure des chromosomes.
- Mutations par des éléments transposables.
- Place des mutations dans le cycle cellulaire.

- Place dans l'évolution des génomes (germinales versus somatiques).
- *La méiose chez les eucaryotes, deux divisions cellulaires à l'origine d'une diversification génétique*
  - Place dans le cycle de développement diplophasique d'une espèce animale.
  - Phases de la méiose.
  - Conséquences génétiques de la reproduction sexuée.
  - Anomalies du déroulement de la méiose.
- *Autres causes de diversité génétique*
  - Transferts horizontaux de gènes chez les eubactéries.
  - Transferts horizontaux de gènes par les virus.
  - Notions d'épigénétique.
  - Utilisation de la diversité comme outil de génie génétique.



## UC013 - Organisation des appareils et étude des fluides biologiques

### Mots clés

Organisme ; morphologie ; anatomie ; histologie ; plan d'organisation ; appareil ; système ; organe ; tissu ; fonction ; embryologie ; fluide ; vitesse ; tension superficielle ; conservation ; écoulement ; viscosité

### Temps de travail

Crédits ECTS : 5

Temps total de travail étudiant : 127h.

### Capacités visées

CoPrev.1.3 ; CoPrev.1.2. ; CoPrev.2.7 ; D.1.1.; D.2.2. ; D.3.2 ; D.4.1 ; D.4.4 ; D.5.2 ; ST. 4.1

### Objectifs généraux

- Comprendre et orienter l'organisation générale d'un organisme, d'un système, d'un appareil, d'un organe, d'un tissu.
- Appréhender l'étude morphologique, anatomique et histologique d'un organisme métazoaire.
- Comprendre les étapes du développement embryonnaire.
- Connaître les grandeurs caractéristiques associées au mouvement.
- Analyser la vitesse d'un fluide selon différents points de vue.
- Interpréter une action sur un fluide par une force.
- Comprendre l'équilibre des différents fluides biologiques.
- Analyser les écoulements des différents fluides biologiques.

## Programme détaillé

### Morphologie et plan d'organisation d'un mammifère

- *Orientation dans l'espace, notion de symétrie bilatérale, identification des différents plans, des axes*
- *Position systématique : symétrie bilatérale, membre chiridien, poils, mamelles*

### Approche anatomique

- *Appareil locomoteur : squelette, muscles*
- *Système nerveux : système nerveux central, système nerveux périphérique*
- *Système immunitaire : thymus, rate, ganglions lymphatiques*
- *Appareil digestif*
  - Organisation et fonction des différents segments digestifs.
  - Glandes annexes de l'appareil digestif.
  - Digestion mécanique et chimique, absorption, élimination.
- *Appareil respiratoire*
- *Appareil circulatoire*
- *Appareil urinaire*
- *Appareil génital mâle et femelle*

### Approche histologique : introduction à l'étude des tissus

- *Techniques d'examen des tissus*
  - Coupes histologiques.
  - Colorations.
  - Principe de l'immunohistochimie et révélation par fluorochrome ou réaction enzymatique.
- *Présentation générale de la structure des tissus*
  - *Épithélium*
    - *Épithélium de revêtement.*
    - *Glandulaires : endocrine, exocrine.*
  - *Conjonctif*
    - *Lâche.*
    - *Dense.*
    - *Tissu adipeux.*
  - *Initiation à la description et à la diagnose de divers tissus.*
- *Le système circulatoire*
  - *Structure d'une artère, d'un capillaire et d'une veine.*
  - *Analyse comparative.*

### Biologie du développement

- *Grandes périodes de l'embryogenèse*
  - *Fécondation.*
  - *Segmentation.*
  - *Gastrulation.*
  - *Neurulation.*
- *Organogenèse : mise en relation de structures anatomiques ou histologiques avec leur origine embryonnaire*
  - *Nerfs crâniens et arcs branchiaux.*

- Vertèbres et somites.
- Descente testiculaire et gononéphrotome.
- Grand omentum et somatopleure.
- Rate et splanchopleure.
- Archentéron et foie.
- Carcinomes/sarcomes et cellules mésenchymateuses/épithéliales.

• *Exemple d'organogenèse et son contrôle : la mise en place du membre chiridien*

## Étude des fluides biologiques

• *Mécanique du point*

- Référentiel.
- Systèmes de coordonnées (cartésiennes, cylindriques, sphériques).
- Vecteurs position, vitesse et accélération (cartésiennes, cylindriques).
- Mouvements rectilignes et circulaires.
- Relativité du mouvement selon le référentiel. Loi de composition des vitesses.
- Quantité de mouvement.
- Lois de Newton. Principe d'inertie ; Référentiel galiléens. Exemples de forces.

• *Étude de l'équilibre d'un fluide*

- Forces pressantes, travail des forces pressantes.
- Poussée d'Archimède.
- Équation fondamentale de la statique des fluides.
- Définition de tension de surface, minimisation de l'interface, loi de Laplace, pression dans une bulle.
- Ascension capillaire, loi de Jurin.

• *Description d'un fluide en écoulement*

- Trajectoire, description lagrangienne.
- Description eulérienne du champ de vitesse.
- Lignes et tubes de courant.
- Définition d'un écoulement permanent, transitoire, unidirectionnel.
- Nombre de Reynolds, régime laminaire.
- Description qualitative des différents régimes d'écoulement suivant la valeur de  $Re$ .

• *Équations de conservation*

- Description d'un système ouvert et stationnaire.
- Système : volume de contrôle et surface de contrôle.
- Grandeurs conservées : charge, masse, énergie.
- Échanges avec l'extérieur : flux
- Exemple : débit massique.
- Équation de conservation de la masse.
- Cas des fluides incompressibles : conservation du volume.
- Bilan d'énergie mécanique pour les fluides parfaits : équation de Bernoulli.

• *Dynamique des fluides*

- Fluides parfaits
  - Mesure d'une vitesse, tube de Pitot.
  - Mesure d'un débit volumique, tube de Venturi.
- Fluides réels
  - Force tangentielle de viscosité d'un fluide newtonien.
  - Viscosité dynamique. Viscosité cinématique.
  - Traînée d'une sphère en mouvement rectiligne uniforme en fonction du type d'écoulement
    - ✓ Force exercée sur une particule rigide en mouvement de translation uniforme, loi de Stokes (sédimentation).
    - ✓ Coefficient  $C_x$ .
  - Écoulement de Poiseuille, loi de Poiseuille résistance hydraulique, modèle simplifié de la circulation sanguine.

## UC014 - Mathématiques appliquées aux études vétérinaires

### Mots clés

logique ; nombres réels ; suites ; fonction ; équation différentielle ; limite ; continuité ; dérivation ; développement limité ; intégration ; géométrie ; probabilité ; statistique

### Temps de travail

Crédits ECTS : 8

Temps total de travail étudiant : 220h.

### Capacités visées

D.2.1 ; ST 1.1 ; Sc.2.1 ; Sc.2.3

### Objectifs généraux

- Acquérir le vocabulaire et les notions basiques en mathématiques.
- Maîtriser les raisonnements logiques à la base de démonstrations scientifiques.
- Utiliser les opérations sur les nombres réels.
- Appréhender les calculs de limites.
- Se servir des fonctions usuelles en sciences.
- Maîtriser les méthodes de calcul de dérivées et d'intégrales.
- Appliquer les méthodes de résolutions d'équations linéaires à coefficients constants pour des problèmes physiques.
- Reconnaître et utiliser le caractère continu ou bijectif d'une fonction sur un intervalle.
- Appréhender les propriétés de dérivabilité simple ou multiple d'une fonction et leurs conséquences.
- Appliquer les développements limités pour approcher une fonction.
- Analyser les propriétés de l'intégrale usuelle ou généralisée d'une fonction à l'aide des propriétés de cette fonction.
- Maîtriser les calculs de résolution de système d'équations linéaires.
- Maîtriser les outils de bases de la géométrie du plan et de l'espace et les opérations sur les vecteurs.
- Connaître les notions de bases sur les probabilités, ainsi que les formules usuelles.
- Appréhender les notions d'espérance, de variance et de moment d'une variable aléatoire.
- Utiliser les lois de probabilités usuelles afin d'analyser les propriétés d'une ou plusieurs variables aléatoires.
- Analyser l'espérance, la variance et les propriétés des variables aléatoires admettant une densité.
- Connaître les lois de densité de probabilités usuelles afin d'en extraire une moyenne et un écart-type.

## Programme détaillé

### Révision et/ou remise à niveau des outils de base

#### • *Vocabulaire de la logique et des ensembles*

- Logique élémentaire
  - Assertion, négation, « et », « ou ».
  - Implication.
  - Équivalence.
  - Négation d'un « et » et d'un « ou ».
  - Distributivité du « ou » sur le « et » et du « et » sur le « ou ».
- Vocabulaire des ensembles
  - Ensemble, élément, appartenance.
  - Sous-ensemble (ou partie), inclusion.
  - Réunion, intersection. On se limite aux unions et intersections finies.
  - Complémentaire d'une union et d'une intersection.
  - Distributivité de  $\cup$  sur  $\cap$  et de  $\cap$  sur  $\cup$ .
  - Couple,  $n$ -uplet.
  - Produit cartésien.
  - Quantificateurs universel et existentiel.
  - Négation d'une assertion quantifiée.
- Vocabulaire sur les applications
  - Application d'un ensemble de départ dans un ensemble d'arrivée.
  - Image directe d'une partie de l'ensemble de départ.
  - Composition.
  - Injection, surjection, bijection, application réciproque.
  - Composée de deux bijections, réciproque de la composée.
- Méthodes de raisonnements
  - Contraposée.
  - Absurde.
  - Analyse-Synthèse.
  - Preuve d'unicité.
  - Récurrence.

#### • *Opérations sur les nombres réels*

- Intervalle.
- Valeur absolue.
- Partie entière.
- Exposants, racine carrée.
- Identités remarquables.
- Manipulation des inégalités.
- Résolutions d'équations et d'inéquations simples.
- Majorant, minorant, plus grand, plus petit élément d'une partie non vide de  $\mathbb{R}$ .
- Borne supérieure, borne inférieure.

#### • *Sommes et produits*

- Notation  $\Sigma$ , règles de calcul sur le symbole  $\Sigma$ , sommes doubles.
- Notation  $\Pi$ . Règles de calcul sur le symbole  $\Pi$ . Factorielle.
- Somme de termes consécutifs d'une progression arithmétique et géométrique.
- Coefficients binomiaux. Triangle de Pascal. Formule du binôme.

### Analyse

#### • *Suites usuelles et suites réelles*

- Somme, produit, quotient de suites réelles.
- Suites arithmétiques, suites géométriques.
- Suites arithmético-géométriques.
- Suites majorées, minorées, bornées. Suites monotones. Convergence, divergence. Limite infinie.
- Opérations sur les limites.
- Résultats fondamentaux sur les limites et inégalités :
  - Signe d'une suite de limite non nulle.

- Passage à la limite dans une inégalité large.
- Théorème dit « des gendarmes » et extension aux limites infinies.
- Théorème de la limite monotone.
- Croissances comparées entre les suites factorielle, puissance ( $n^a$  avec  $a > 0$ ), géométriques ( $a^n$  avec  $a > 1$ ).
- Suites équivalentes, notation  $U_n \sim V_n$ . Utilisation des équivalents pour la recherche de limites.
- *Fonctions usuelles*
  - Parité, périodicité.
  - Fonctions majorées, minorées, bornées. Monotonie.
  - Opérations algébriques.
  - Fonctions puissances d'exposant entier (dans  $\mathbb{Z}$ ), polynômes.
  - Fonction racine carrée.
  - Fonctions exponentielle et logarithme népérien ( $\ln$ ).
  - Notation  $a^b$ .
  - Fonctions exponentielles :  $f(x) = a^x$  avec  $a > 0$ .
  - Fonction logarithme décimal ( $\log$ ).
  - Fonctions puissances (définie sur  $\mathbb{R}^+$ ) :  $f(x) = x^a$  avec  $a > 0$ .
  - Fonctions circulaires et réciproques :  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\tan$ .
  - Fonctions partie entière, valeur absolue, inégalité triangulaire.
- *Dérivées, primitives*
  - Dérivées
    - Calculs des dérivées : sommes, produits, quotients.
    - Dérivation d'une fonction composée.
    - Dérivées partielles d'une fonction de deux variables.
  - Primitives
    - Primitives usuelles et calculs simples de primitives.
    - Primitivation par parties.
  - Calcul d'intégrales
    - Calculs à l'aide d'une primitive.
    - Changement de variable.
- *Équations différentielles linéaires à coefficients constants*
  - Résolution de  $y' + ay = b$  où  $a$  et  $b$  sont des constantes réelles.
  - Principe de superposition.
  - Résolution (formelle) des équations différentielles du type  $y' + a(t)y = f(t)$ , où  $a$  et  $f$  sont des fonctions continues sur un intervalle et à valeurs réelles. Méthode de la variation de la constante.
- *Limites, continuité*
  - Limites
    - Limite d'une fonction en un point. Limite à droite, à gauche. Limite en  $+\infty$ , en  $-\infty$ .
    - Si  $(U_n)$  tend vers  $a$  et si la limite de  $f$  en  $a$  est  $b$ , alors la suite  $(f(U_n))$  tend vers  $b$ .
    - Opérations sur les limites. Limite de fonctions composées.
    - Résultats fondamentaux sur les limites et inégalités :
    - Signe d'une fonction de limite non nulle.
    - Passage à la limite dans une inégalité large.
    - Théorème dit « des gendarmes » et extension aux limites infinies.
    - Théorème de la limite monotone.
  - Comparaison de fonctions
    - Croissances comparées des fonctions exponentielles, puissances et logarithmes.
    - Fonctions équivalentes, notation  $f \sim g$ .
    - L'équivalence est compatible avec la multiplication, la division et l'élevation à une puissance constante.
    - Utilisation des équivalents pour la recherche de limites.
  - Continuité
    - Continuité en un point. Continuité à droite et à gauche.
    - Opérations, composition. Prolongement par continuité.
    - Continuité sur un intervalle.
    - Toute fonction continue sur un segment est bornée et atteint ses bornes.
    - Théorème des valeurs intermédiaires.

- Bijections continues
  - Théorème de la bijection : une fonction  $f$  continue et strictement monotone sur un intervalle  $I$  réalise une bijection de  $I$  sur l'ensemble  $f(I)$ , qui est un intervalle, et sa réciproque est continue et strictement monotone sur  $f(I)$ .

## • Dérivation

- Dérivée
  - Dérivée en un point. Dérivée à gauche, dérivée à droite. Fonction dérivée. Notations  $f'$  et  $df/dx$ .
  - Interprétation graphique, équation de la tangente à une courbe d'équation  $y = f(x)$ .
  - Opérations sur les dérivées : linéarité, produit, quotient, fonction composée. Dérivation d'une fonction réciproque.
- Théorème de Rolle et conséquences
  - Théorème de Rolle.
  - Recherche d'extrémums.
- Dérivées d'ordre supérieur
  - Fonctions de classe  $C_n$ , de classe  $C^\infty$ .
  - Le produit de deux fonctions de classe  $C_n$  est de classe  $C_n$ , la composée de deux fonctions de classe  $C_n$  de même.

## • Développements limités et études de fonctions

- Développements limités
  - Définition de la notation  $o(x^n)$  pour désigner des fonctions négligeables devant la fonction  $f(x) = x^n$  pour  $n \in \mathbb{Z}$ , au voisinage de 0 ou de l'infini.
  - Opérations sur les développements limités : somme, produit.
  - Primitivation d'un développement limité.
  - Formule de Taylor-Young (admise).
  - Développements limités usuels au voisinage de 0 :  $\exp$ ,  $\cos$ ,  $\sin$ ,  $f(x)=1/(1+x)$ ,  $f(x)=\ln(1+x)$ ,  $f(x)=(1+x)^\alpha$ .
- Étude de fonctions et recherche d'asymptotes
  - Méthodologie d'étude d'une fonction.
  - Étude des branches infinies :
    - ✓ Branches paraboliques.
    - ✓ Recherche de droites asymptotes.
    - ✓ Étude de la position de la courbe par rapport à ses asymptotes.
  - Exemples de démarches de résolutions approchées d'équations de la forme  $f(x) = 0$ ,  $f$  étant une fonction de classe  $C^1$  au moins sur un intervalle de  $\mathbb{R}$ .

## • Intégration

- Intégration sur un segment.
- Intégrale d'une fonction continue  $f$  sur un segment :  $F$  étant une primitive de  $f$  sur  $[a, b]$ , on pose  $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$ .
- Définition et lien avec les primitives
- Propriétés de l'intégrale
  - Linéarité.
  - Relation de Chasles.
  - Positivité. Stricte positivité.
  - Croissance.
  - Encadrement.
  - Majoration de la valeur absolue de l'intégrale unique primitive s'annulant en  $a$ .
- Intégration sur un intervalle quelconque.
- Convergence d'une intégrale généralisée (ou impropre) d'une fonction continue sur un intervalle  $I$  semi-ouvert ou ouvert.
- Cas des fonctions à valeurs positives, absolue convergence.
- Propriétés des intégrales convergentes : linéarité, relation de Chasles, positivité, stricte positivité ( $f$  positive non nulle), croissance, encadrement, majoration de la valeur absolue de l'intégrale.
- Intégrale de Riemann.
- Théorèmes de convergence pour deux fonctions positives  $f$  et  $g$  :
  - Théorème par comparaison si  $f \leq g$ .
  - Théorème : si  $f(x)$  est équivalent à  $g(x)$  en  $x=b$ , alors les intégrales généralisées en  $b$ ,  $\int_a^b f(x)dx$  et  $\int_a^b g(x)dx$  sont de même nature.

## Algèbre linéaire et géométrie

### • Systèmes linéaires et matrices

- Systèmes d'équations linéaires, systèmes linéaires équivalents, opérations élémentaires.
- Rang d'un système.

### • Bases de géométrie et produit scalaire dans $\mathbb{R}^n$ , avec $n=2$ ou $n=3$

- Produit scalaire dans le plan ou dans l'espace
  - Vecteurs du plan et de l'espace, colinéarité.
  - Vecteurs coplanaires.
  - Bases et repères du plan et de l'espace.
  - Déterminant de deux vecteurs dans le plan, condition de colinéarité.
  - Produit scalaire de deux vecteurs du plan ou de l'espace. Orthogonalité. Interprétation du produit scalaire en termes de projection orthogonale.
- Droites et cercles dans le plan
  - Vecteur directeur d'une droite. Représentation paramétrique d'une droite.
  - Vecteur normal à une droite. Équation cartésienne d'une droite obtenue à l'aide d'un vecteur normal.
  - Coefficient directeur (ou pente) d'une droite. Équation d'un cercle défini par son centre et son rayon.
- Droites et plans dans l'espace (les sphères ne sont pas un attendu du programme)
  - Vecteur directeur d'une droite. Représentation paramétrique d'une droite.
  - Base d'un plan. Représentation paramétrique d'un plan.
  - Vecteur normal à un plan. Équation cartésienne d'un plan obtenue à l'aide d'un vecteur normal.
- Projection orthogonale dans  $\mathbb{R}^2$  et dans  $\mathbb{R}^3$ 
  - Distance entre deux vecteurs (ou points).
  - Définition de la distance d'un vecteur (ou point) à une partie non vide.
  - On appelle projection orthogonale sur un sous-espace  $F$  de  $\mathbb{R}^n$  une application linéaire  $p$  de  $\mathbb{R}^n$  dans  $\mathbb{R}^n$  tel que : pour tout  $x \in \mathbb{R}^n$ ,  $p(x) \in F$  et pour tout  $y \in F$ ,  $p(x)-x$  est orthogonal à  $y$ .
  - Projection orthogonale sur une droite et sur un plan.

## Probabilités et statistique

### • Concepts de base en probabilité

- Vocabulaire des expériences aléatoires et probabilités
  - Ensemble des résultats possibles de l'épreuve (univers).
  - Évènements. Évènement certain, évènement impossible. Évènements incompatibles.
  - Système complet d'évènements.
  - Propriétés d'une probabilité  $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ ,  $P(\emptyset) = 0$ ,  
 $P(A) = P(A \cap B) + P(A \cap \bar{B})$ ,  $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ .
  - Cas de l'équiprobabilité : probabilité uniforme.
- Conditionnement
  - Définition de la probabilité conditionnelle.
  - $P_A$  est une probabilité.
  - Formule de conditionnement  $P(A \cap B) = P(A) P(B | A)$ .
  - Formule des probabilités composées (conditionnements successifs).
  - Formule des probabilités totales.
  - Formule de Bayes.
  - Indépendance de deux évènements, de deux épreuves. Évènements (mutuellement) indépendants, épreuves (mutuellement) indépendantes.

### • Variables aléatoires finies et lois usuelles associées

- Variables aléatoires sur un univers fini
  - On nomme variable aléatoire sur  $\Omega$  toute application de  $\Omega$  dans  $\mathbb{R}$ .
  - La loi [de probabilité] d'une variable aléatoire  $X$  est l'application  $f_X$  de  $X(\Omega)$  dans  $\mathbb{R}$  associant à tout  $x$  de  $X(\Omega)$  le nombre  $f_X(x) = P(X = x)$ .
  - La fonction de répartition de  $X$  est l'application  $F_X$  de  $\mathbb{R}$  dans  $[0, 1]$  associant à tout  $t$  réel le nombre  $F_X(t) = P(X \leq t)$ .
  - Espérance mathématique  $E(X)$  d'une variable aléatoire  $X$ . Propriétés.
  - Théorème de transfert : espérance de  $U(X)$  à partir de la loi de  $X$ .



- Moments. Variance  $V(X)$  d'une variable aléatoire  $X$ . Écart-type  $\sigma(X)$  d'une variable aléatoire  $X$ .
- Inégalité de Bienaymé-Tchebychev.
- Lois usuelles
  - Loi certaine, uniforme, de Bernoulli, binomiale, hypergéométrique.
  - Approximation d'une loi hypergéométrique par une loi binomiale.
  - Espérance et variance d'une variable de loi certaine, d'une variable de loi de Bernoulli (ou indicatrice) et d'une variable de loi binomiale.
  - Espérance d'une variable de loi uniforme sur  $\{1, 2, \dots, n\}$  et d'une variable de loi hypergéométrique.
- Couples de variables aléatoires sur un univers fini
  - Loi conjointe, lois marginales. Lois conditionnelles.
  - Loi de la somme de deux variables aléatoires à valeurs entières positives.
  - Théorème de transfert : espérance de  $U(X, Y)$  à partir de la loi de  $(X, Y)$ .
  - Covariance  $\text{Cov}(X, Y)$ . Variance de  $X + Y$ .
  - Indépendance de deux variables aléatoires.
  - Si  $X$  et  $Y$  sont deux variables aléatoires indépendantes, alors  $U(X)$  et  $V(Y)$  sont indépendantes.
- Généralisation au cas de  $n$  variables aléatoires.
  - Espérance de la somme de  $n$  variables aléatoires.
  - Indépendance (mutuelle) de  $n$  variables aléatoires.
  - Propriétés de l'indépendance mutuelle
    - ✓ Variance d'une somme de  $n$  variables aléatoires indépendantes.
    - ✓ Loi de la somme de  $n$  variables de Bernoulli indépendantes et de même paramètre.
- *Variabiles aléatoires à densité*
  - Variables aléatoires admettant une densité
    - On dit qu'une variable aléatoire réelle  $X$  est à densité s'il existe une fonction  $f$  positive, continue sauf éventuellement en un nombre fini de points telle que pour tout  $x \in \mathbb{R} : F_X(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt$ . Une telle fonction, qui n'est pas unique, est appelée densité de  $X$ .
    - $X$  admet une densité si, et seulement si sa fonction de répartition  $F_X$  est continue sur  $\mathbb{R}$  et de classe  $C^1$  sauf éventuellement en un nombre fini de points.
    - Si une fonction  $f$  est définie sur  $\mathbb{R}$ , positive, continue sauf éventuellement en un nombre fini de points et si  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)dt$  converge et vaut 1 alors il existe une variable aléatoire  $X$  dont  $f$  est une densité.
    - Espérance. Propriétés.
    - Théorème de transfert.
    - Inégalité de Markov.
    - Variance, écart-type, moments. Propriétés.
  - Lois usuelles
    - Loi uniforme : densité, fonction de répartition, espérance, variance.
    - Loi exponentielle : densité, fonction de répartition, espérance, variance.
    - Loi normale (ou gaussienne) centrée et réduite : densité, espérance et variance.
    - Loi normale de paramètres  $\mu$  et  $\sigma^2$ : densité, espérance et variance.
    - Si  $X$  suit une loi normale, alors  $aX + b$  aussi si  $a \neq 0$ .
  - Sommes de variables aléatoires à densité indépendantes
    - Loi de la somme de deux variables indépendantes à densité.
    - Somme de deux variables aléatoires normales indépendantes.

## UC021 - Approche phylogénétique et écosystémique de la biodiversité

### Mots clés

Systematique ; phylogénie ; écologie ; zoologie ; botanique ; évolution ; génétique des populations ; écosystème ; agrosystème ; biodiversité ; anthropisation

### Temps de travail

Crédits ECTS : 4

Temps total de travail étudiant : 93h.

### Capacités visées

CoPrev.2.4 ; CoPrev.2.8 ; D.1.1 ; SP.1.4 ; R.1.4

### Objectifs généraux

- Comprendre un arbre phylogénétique, les modalités de sa construction et l'histoire évolutive qu'il raconte.
- Connaître les principaux *phyla* du vivant en appréhendant leur diversité.
- Appréhender les conséquences des forces évolutives sur la dynamique d'une population.
- Comprendre la structure d'un écosystème et les conséquences des interactions interspécifiques.
- Connaître des techniques de culture et domestication des espèces animales et végétales.
- Analyser les conséquences génétiques et environnementales des agrosystèmes.
- Comprendre l'impact anthropique sur l'évolution de la biodiversité.

## Programme détaillé

### Approche systématique de la biodiversité

- *Une brève histoire de la phylogénie*
- *Cahier des charges de la phylogénie*
- *Application au groupe des Vertébrés : étude de paraphylies*
- *Les 3 domaines du vivant*
  - Les bactéries ou Eubactéries.
  - Les Archées.
  - Les Eucaryotes.
  - Conclusion: « the tree of one percent ».
  - La place discutée des virus et prions dans le vivant.
- *Les Eucaryotes, lignée la plus étudiée*
  - Les Bicontes
    - Bicontes unicellulaires
    - Bicontes pluricellulaires
      - Embryophytes
        - Bryophytes
        - Filicophytes
        - Trachéophytes
        - Spermatophytes
          - Angiospermes
            - Monocotylédones
            - Eudicotylédones
          - Gingkoales
          - Pinophytes
  - Les Unicontes
    - Les Amoebozoaires
    - Opisthocontes
      - Métazoaires
      - Holomycètes, Champignons
- *Proposition d'une phylogénie des Eumétazoaires*

### La biodiversité au travers de l'évolution

- *Sélection naturelle, mutations et dérive génétique, co-évolution et sélection, migration*
- *La notion d'espèce*
- *Définition de population*
- *Mécanismes de spéciation*
- *Structure génétique d'une population*
- *Dynamique des populations*
  - Paramètres démographiques.
  - Variations d'effectifs de population sous l'effet de divers facteurs.
  - Compromis entre reproduction et survie au travers des stratégies r et K.

### L'impact anthropique sur l'évolution de la biodiversité

- *Écosystèmes, leur structure et leur fonctionnement*
  - Définition de l'écosystème.
  - Interactions interspécifiques : prédation, compétition, symbiose, mutualisme, parasitisme.
  - Importance des micro-organismes dans les écosystèmes.

- *Agrosystème : un système en déséquilibre*

- Grandes pratiques culturales et la domestication des plantes.
- Grands modes d'élevage, la sélection des animaux.
- Conséquences génétiques de la domestication et la sélection.

- *Impact anthropique sur les écosystèmes*

- Espèces invasives et espèces menacées.
- Appauvrissement des milieux et artificialisation des sols.
- Réduction et morcellement des milieux sauvages.
- Pollution, appauvrissement des ressources en eau et réchauffement climatique.
- Principes de protection des milieux naturels et des espèces menacées.

## UC022 - Méthodes et démarches d'apprentissage, outils de communication

### Mots clés

apprentissage ; autonomie ; cognition ; collaboration ; expression écrite ; expression orale ; anglais ; outils numériques ; démarche scientifique ; métrologie ; expérimentation ; incertitude ; analyse critique ; éthique

### Temps de travail

Crédits ECTS : 7

Temps total de travail étudiant : 175h.

### Capacités visées

Coprev.3.1; D.2.1. ; D.2.5 ; D.2.6 ; D.2.7 ; D.3.2 ; D.3.5 ; D.4 ; D.5.1 ; ST.1.1 ; ST.1.3 ; ST.2.4 ; ST.7.1 ; E1.2 ; E.2.2 ; E.3.1 ; E.3.2 ; COM.1.1 ; COM.1.3 ; COMM.2.1 ; COMM.2.2 ; COMM.3.1 ; COMM.4.1 ; Sc.1.3 ; Sc.3.1 ; Sc.3.2 ; R.1.2 ; R.4.1 ; R.5.3

### Objectifs généraux

- Apprendre à apprendre en utilisant les sciences cognitives.
- Développer son autonomie et savoir collaborer.
- Développer les capacités d'analyse, d'argumentation et de synthèse.
- Développer sa communication orale et écrite en français.
- Maîtriser la communication orale et écrite en anglais (niveau visé : B2).
- Maîtriser des outils numériques.
- Mettre en œuvre une démarche scientifique et développer des capacités expérimentales.
- Analyser les incertitudes liées à des données expérimentales.
- Réaliser une analyse critique et éthique de sujets de société liés à l'univers vétérinaire.

## Programme détaillé

### Apprendre à apprendre et développer son autonomie

- *Organiser son travail*
  - Prise de notes, outils de travail.
  - Tenir un journal de bord.
  - Méthodes de gestion du temps.
  - Méthodes de gestion des priorités.
- *Optimiser son apprentissage*
  - Autoévaluation.
  - Synthèse des connaissances.
  - Méthodes d'apprentissage.
- *Travail en équipe : groupe hétérogène, répartition des tâches, communication*

### Bases de sciences cognitives pour l'apprentissage

- *Concentration : définition et techniques*
- *Mémoire : différents types, outils de travail*
- *Attention : niveaux et leviers*
- *Apprentissage : piliers et styles préférentiels*

### Expression écrite et orale en français

- *Expression écrite : rédaction, synthèse, règles d'expression écrite et de syntaxe*
- *Analyse de texte et de document scientifique*
- *Présentation orale : posture, organisation des idées et argumentation*

### Expression écrite et orale en anglais (niveau visé B2)

- *Compréhension écrite : texte simple en anglais ou de vulgarisation scientifique*
- *Expression écrite : rédaction d'un texte simple, révision des règles d'expression écrite*
- *Compréhension orale et traduction*
- *Expression orale en anglais*
- *Projets transdisciplinaires incluant l'anglais*

### Outils numériques

- *Tableur : tableau de données, graphique*
- *Traitement de texte : règles d'écriture, sommaire, pagination, annotation (sur Word et sur pdf)*
- *Présentation : diversité des supports, clarté du message, concision des informations*
- *Outils de collaboration à distance (forum)*
- *Notions de programmation informatique*

### Démarche scientifique et expérimentale

- *Étapes de la démarche scientifique*
  - Formulation d'un problème.
  - Formulation d'une hypothèse.
  - Comparaison d'ordres de grandeurs.
  - Phénomènes et termes négligeables.
  - Formulation d'une stratégie de résolution.

- Mise en œuvre et compte rendu.
- Dessin d'observation.
- Schéma d'observation.
- Analyse et cohérence des résultats.
- Conclusion et structuration des connaissances.

#### • *Capacités expérimentales*

- Prévention des risques.
- Règles de sécurité au laboratoire.
- Pictogrammes des produits chimiques.
- Mentions de danger (H) et conseils de prudence (P).
- Traitement des déchets.
- Utilisation d'un microscope et d'une loupe binoculaire.
- Préparation microscopique.
- Dissection.
- Respect d'un protocole expérimental.
- Autres gestes techniques : pipetage, étalement, manipulation de produits chimiques.
- Utiliser de la verrerie de stockage, de prélèvement et de précision.
- Utiliser des appareils de mesure.
- Utilisation de logiciels de mesure.
- Utilisation et analyse critique d'un modèle ou d'une simulation.

#### • *Métrologie*

- Erreur ; composante aléatoire et composante systématique de l'erreur.
- Notion d'incertitude, incertitude-type.
- Incertitude de répétabilité et de reproductibilité (de type A).
- Incertitude de type B pour les instruments gradués et numériques.
- Incertitude-type composée.
- Incertitude élargie, intervalle de confiance.
- Présentation d'un résultat expérimental.
- Validation d'un modèle ; ajustement de données expérimentales à l'aide d'une fonction de référence modélisant le phénomène.

### Analyse critique et éthique des sujets de société

- *Analyse éthique et épistémologique de la profession vétérinaire et du lien homme-animal*
- *Débats de sujets de société*

## UC023 - Vétérinaires, Animal et société

### Mots clés

Vétérinaire ; agriculture ; paysage ; histoire ; animaux d'élevage ; animaux de sports et loisirs ; faune sauvage ; santé animale ; bien-être animal ; One Health ; métiers ; enjeux ; projet professionnel ; problématique

### Temps de travail

Crédits ECTS : 5

Temps total de travail étudiant : 121h.

### Capacités visées

CoPrev.1.1 ; CoPrev.1.3 ; CoPrev.2.1 ; CoPrev.2.5 ; CoPrev.2.8 ; ST.5.2 ; ST.7.1 ; SP.2.1 ; SP.3.1 ; E.1.1 ; E.2.1 ; E.2.2 ; SC.1.1 ; R.1.3 ; R.3.1 ; R.5.1

### Objectifs généraux

- Acquérir des notions sur l'agriculture dans le paysage en France et ses évolutions.
- Appréhender les principales espèces animales d'élevage, de sport et loisirs, de faune sauvage et utilisées à des fins scientifiques.
- Appréhender la profession vétérinaire dans sa diversité.
- Comprendre l'histoire de la médecine vétérinaire et les enjeux de la profession.
- Élaborer une problématique liée à son projet professionnel et y répondre.
- Adopter une attitude professionnelle lors d'un stage terrain.



## Programme détaillé

### Acquérir des notions sur l'agriculture et l'élevage en France

- *Histoire de l'agriculture, de l'élevage et de la domestication animale*
- *Principales espèces d'élevage en France et produits d'origine animale*
- *Notions de paysage et géographie agricole*
- *Principales espèces d'animaux de sport et loisir*
- *Animaux utilisés à des fins scientifiques*
- *Cas particuliers de la faune sauvage*
- *Défense du bien-être animal*
  - *Définition du bien-être animal.*
  - *Organisations de protection animale.*

### Appréhender la profession vétérinaire

- *Histoire de la profession vétérinaire*
- *Les métiers vétérinaires*
- *Les missions essentielles des vétérinaires et les attentes sociétales*
- *Les évolutions récentes du métier*
- *Les enjeux de demain : biodiversité, digitalisation, bien-être animal*

### S'impliquer dans la construction de son projet professionnel

- *Ses valeurs : ce qui est important pour soi, comparer aux valeurs d'un univers professionnel*
- *Ses compétences transversales clés : des points forts à utiliser dans son futur métier, prendre conscience de la transversalité de ses compétences dans plusieurs métiers*
- *Élaboration d'une problématique liée à son projet professionnel*
- *Réalisation d'un stage en milieu professionnel*
- *Rédaction d'un écrit répondant à sa problématique suite au stage*
- *Présentation orale de la réponse à la problématique*

## UC024 - Énergie, cinétique, métabolisme et synthèse protéique

### Mots clés

Système ouvert ; enthalpie libre standard de réaction ; oxydoréduction ; potentiel standard d'oxydoréduction ; métabolisme ; couplage ; énergie ; ATP ; vitesse de réaction ; mécanismes réactionnels ; enzymes ; ADN ; transcription ; traduction ; synthèse protéique

### Temps de travail

Crédits ECTS : 6

Temps total de travail étudiant : 152h.

### Capacités visées

D.3.4 ; ST.1.1 ; ST.2.4 ; ST.1.5

### Objectifs généraux

- Comparer les systèmes ouverts stationnaires aux systèmes fermés.
- Analyser les échanges d'énergie au sein d'une cellule.
- Comprendre l'intérêt des réactions d'oxydoréduction du vivant.
- Adopter une approche intégrée des métabolismes au sein d'une cellule eucaryote.
- Comprendre le rôle central de l'ATP, intermédiaire énergétique pour les cellules.
- Évaluer la vitesse d'une réaction chimique.
- Utiliser l'expression d'une loi de vitesse de réaction.
- Utiliser des approximations pour établir des lois de vitesse.
- Comprendre le fonctionnement d'une enzyme et sa cinétique.
- Connaître les étapes de la synthèse protéique, ainsi que son contrôle.

## Programme détaillé

### Les échanges d'énergie au cœur de la cellule

- *Transformations chimiques et biochimiques*

- État standard. Conditions standard en biochimie.

- *Évolution thermodynamique d'un système chimique*

- Système vivant comme système ouvert.
- Énergie disponible pour une cellule.
- Enthalpie libre standard de réaction. Exergonicité, endergonicité.
- Lien entre signe de  $\Delta_r G^\circ$  et le caractère favorisé ou non d'une réaction chimique.

- *Les réactions d'oxydo-réduction à la base du métabolisme énergétique*

- Notions d'oxydants et de réducteurs.
- Demi-équation électronique.
- Cas de  $\text{NAD}^+/\text{NADH}, \text{H}^+$ ,  $\text{FAD}/\text{FADH}_2$ ,  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ , cytochromes ox/red, coenzymes ox/red.
- Notion de nombre d'oxydation.
- Potentiel d'oxydoréduction. Potentiel standard d'oxydoréduction. Potentiel standard apparent d'oxydoréduction. Échelle de potentiels d'oxydoréduction.
- Principaux couples d'oxydoréduction intervenant dans le métabolisme énergétique.
- Relation entre enthalpie libre d'une réaction et potentiels d'oxydoréduction des couples mis en jeu.
- Relation entre enthalpie libre standard de réaction et potentiels standard des couples impliqués.
- Constante d'équilibre d'oxydoréduction.
- Lien entre exergonicité/endergonicité et la différence de potentiel d'oxydoréduction standard.
- Lien avec la variation du nombre d'oxydation du carbone dans les groupes fonctionnels intervenant dans les voies métaboliques.
- Oxydation de substrats dans une cellule et formation d'ATP.

- *Intégration de la thermodynamique au fonctionnement cellulaire*

- Formes d'énergie dans une cellule.
- Couplages énergétiques.
- ATP, monnaie énergétique de la cellule (position intermédiaire du potentiel d'hydrolyse  $\Delta_r G^\circ$  de l'ATP), favorisant la réalisation de mécanismes endergoniques.
- Mécanismes de synthèse d'ATP.

- *Bilan sur différentes voies métaboliques*

- Métabolisme cellulaire. Anabolisme. Catabolisme.
- Glycolyse et son contrôle.
- Oxydations phosphorylantes et cycle de Krebs, chaîne respiratoire mitochondriale.
- Fermentation en condition anaérobie.
- Autres voies métaboliques.
- Application aux métabolismes d'une cellule : la cellule hépatique.

### Vitesse des réactions chimiques ou biochimiques

- *Approche macroscopique et cinétique formelle*

- Facteurs cinétiques.
- Vitesses d'apparition et de disparition ; vitesse spécifique de réaction.
- Approche qualitative moléculaire. Notion de chocs efficaces.
- Temps de demi-réaction.
- Ordre de réaction ; réaction avec et sans ordre.
- Constante de vitesse ; loi d'Arrhenius et énergie d'activation.
- Notion de dégénérescence de l'ordre (ou isolement d'Ostwald).
- Réaction d'ordre 1.
- Réactions opposées d'ordre 1.

- *Approche microscopique et mécanismes réactionnels*

- Profil énergétique d'un processus à l'échelle microscopique.
- Intermédiaire réactionnel.
- Processus élémentaires. Loi de Van't Hoff.
- Approximations : approximation de l'étape cinétiquement déterminante (AEC), approximation de l'état quasi stationnaire (AEQS), approximation de l'équilibre rapide (AER).
- Cinétique formelle des réactions composées
  - Exemple d'un mécanisme en chaîne (écriture des mécanismes radicalaires avec HO° et HOO°).
  - Exemple d'un mécanisme par stades.

- *Catalyse et catalyseurs*

- Catalyse et catalyseurs.
- Intervention d'un catalyseur dans un mécanisme réactionnel.
- Modèle de Michaelis et Menten et linéarisation.

## Les enzymes : des protéines au rôle catalytique

- *Les enzymes au sein du métabolisme, des biocatalyseurs*

- Profil énergétique, accélération d'une réaction spontanée.
- Cofacteurs.
- Coenzymes.

- *Les mécanismes de cinétique enzymatique*

- Modèle de Michaelis et Menten.
- Détermination de Km et Vmax.
- Analyse et interprétation de données portant sur des cinétiques michaeliennes en présence ou non de différents types d'inhibiteurs.

- *Les enzymes sont des protéines*

- Structure globulaire en lien avec la fonction.
- Site actif : complexe enzyme-substrat, site de liaison, site catalytique, double spécificité du site actif.
- Effets de la température et du pH.

- *Les contrôles de l'activité enzymatique*

- Inhibiteurs compétitifs et non compétitifs, phosphorylation et déphosphorylation, les effecteurs des enzymes allostériques, régulation de la synthèse et dégradation enzymatique.
- Approche structurale de l'inhibition.
- Étude d'une enzyme allostérique clé de la glycolyse.

- *Les enzymes participent à la spécialisation fonctionnelle des organites et des cellules*

- Enzymes et compartimentation cellulaire.
- Les isoenzymes.

## Approche fonctionnelle du génome

- *Les étapes de la transcription*

- *Le contrôle de la transcription*

- Cas des bactéries avec l'ex de l'opéron lactose.
- Chez les Eucaryotes : épissage alternatif, notion d'ORF, modification post transcriptionnelle et contrôles.
- Éléments CIS-régulateurs, facteurs TRANS-régulateurs.
- Méthylation de l'ADN et épigénétisme.

- *La traduction*

- Passage d'un polymère de nucléotides à un polymère d'acides aminés.
- Code génétique.
- Étapes et acteurs de la traduction.
- Bilan énergétique.

- *Maturation des protéines*

- Acquisition de la conformation spatiale.
- Modifications post-traductionnelles.

- *Contrôle quantitatif des protéines*

- Petits ARN.
- Dégradation des protéines.

- *Approche médicale du génome*

## UC025 - Approche physiologique d'un organisme et interprétation physique

### Mots clés

flux ; potentiel ; perméabilité ; conduction ; charge ; dipôle ; état physique ; température ; pression ; gaz parfait ; changement d'état ; solution ; physiologie ; fonction de nutrition ; fonction de relation ; fonction de reproduction ; intégration ; boucle de régulation ; adaptation

### Temps de travail

Crédits ECTS : 4

Temps total de travail étudiant : 114h.

### Capacités visées

CoPrev.1.2.; Coprev.2.2 ; CoPrev.2.3 ; CoPrev.2.7 ; D.2.3. ; ST.1.3 ; ST.4.1

### Objectifs généraux

- Reconnaître les différents types d'échanges entre systèmes thermodynamiques.
- Comprendre l'importance de la diffusion au sein de l'organisme animal.
- Comprendre le transport électrique au sein du vivant.
- Connaître les différents états de la matière.
- Interpréter la température et la pression à l'échelle microscopique.
- Analyser le comportement d'un gaz partiellement dissous.
- Connaître les trois fonctions vitales.
- Comprendre une fonction par une approche intégrative aux différentes échelles.
- Aborder le fonctionnement d'une boucle de régulation.
- Identifier les stratégies adaptatives de différents organismes aux contraintes de leur milieu de vie.

## Programme détaillé

### Les interactions au sein de l'organisme

#### • Différents types d'échanges

- Flux engendré par une différence de potentiel ; champ, résistance.
- Convection.
- Conduction.
- Rayonnement.

#### • Cas de la conduction : du transport de proche en proche

- Bilans à l'échelle microscopique : densité de charge, de masse ou d'énergie.
  - Densité de courant.
  - Équations de conservations locale (cas unidirectionnel).
  - Relation entre densité de courant et gradient du potentiel.
  - Conduction (ou diffusion) thermique : loi de Fourier, équation de la chaleur.
- La diffusion comme transport de matière par diffusion.
  - Loi de Fick.
  - Équation de diffusion.
  - Perméabilité.

#### • Les interactions électriques

- Charge électrique et porteurs de charges.
- Analogies avec la thermodynamique
  - Champ et potentiel électrostatiques.
  - Densité de courant et intensité.
  - Loi d'Ohm locale analogue à la loi de Fourier : définition de conductivité électrique.
  - Résistance pour un conducteur cylindrique.
- Loi de Coulomb. Énergie potentielle d'une charge  $q$  dans un champ  $E$ .
- Dipôle électrostatique. Potentiel. Relation entre champ et potentiel. Champ à grande distance. Action d'un champ uniforme sur un dipôle.
- Applications aux techniques de mesure des potentiels électriques.

### L'animal comme système thermodynamique

#### • États de la matière

- Gaz. Liquide. Solide cristallin, amorphe, semi-cristallin.
- Notion de phase.

#### • Système thermodynamique

- Variables d'état.
- Paramètres extensifs et intensifs.
- Pression et température.

#### • La température

- Équilibre thermique.
- Température absolue.
- Interprétation microscopique qualitative ou moléculaire.

#### • Le gaz parfait

- Hypothèses du modèle. Utilisation.
- Équation d'état.
- Interprétation moléculaire qualitative de la pression.
- Mélange de gaz parfaits.
- Pression partielle.
- Loi de Dalton.

- *Changement d'état du corps pur*

- Condition d'équilibre d'un corps pur sous plusieurs phases.

- *Changement d'état de des solutions infiniment diluées*

- Généralités sur les systèmes binaires (soluté/solvant, S/L, L/V).
- Cas des solutions idéales.
- Cas des solutions réelles et comportement asymptotiques.
- Loi de Raoult et Loi de Henry.

## Les grandes fonctions vitales chez les Métazoaires, approche intégrative

- *La fonction de relation*

- Définition : locomotion, protection, perception.
- Membre chiridien et adaptation à la locomotion.
- Organisation générale d'un muscle.
- Description de l'ultrastructure d'une cellule musculaire striée squelettique.
- Physiologie contractile de la cellule musculaire striée.
- Comparaison structurale de la cellule musculaire striée squelettique, du cardiomyocyte et de la cellule musculaire lisse.
- Le contrôle nerveux de la contraction, exemple de circuit neuronal simple : arc réflexe du fuseau neuromusculaire.

- *La fonction de nutrition*

- Définition : digestion, respiration, circulation, excrétion.
- Fonction de digestion
  - Rôle d'apport d'énergie et de matière.
  - Étapes de la digestion mécanique et chimique, de l'absorption et de l'élimination.
  - Étude de l'intestin et de l'augmentation de la surface d'échanges à différentes échelles.
  - Exemple des entérocytes et étude du lien entre structure et fonction d'absorption.
  - Diversité des appareils digestifs en lien avec les régimes alimentaires.
- Fonction de respiration
  - Caractéristiques physiques des échanges respiratoires ; application de la loi de Fick aux différentes échelles d'organisation du poumon alvéolaire.
  - Physiologie des échanges respiratoires en lien avec le milieu de vie.
- Fonction de circulation
  - La double activité cardiaque
    - ✓ Activité mécanique : contractions cardiaques.
    - ✓ Activité électrique.
    - ✓ Couplage entre l'activité mécanique et électrique.
  - Automatismes cardiaques.
  - Contrôle du rythme cardiaque.
  - Régulation nerveuse de la pression artérielle.
  - Distribution du sang aux organes assurée par des artères, réservoirs de pression.
  - Retour du sang pauvre en dioxygène vers le cœur, assuré par des veines, réservoirs de volume.
  - Rôle des capillaires, mécanisme des échanges hydriques transcapillaires.
  - Échanges des gaz sanguins.

- *La fonction de reproduction*

- Définition.
- Gamétogenèse : spermatogenèse et ovogenèse.
- Cycle ovarien, cycle utérin, axe gonadotrope, boucle de régulation.
- Rapprochement des partenaires dans le cas de la reproduction sexuée.
- Fécondation.



## UC026 - Physique et Chimie au cœur du diagnostic et de la thérapeutique animale

### Mots clés

Signal ; ondes ; dioptre ; image ; rayonnement ; niveau d'énergie électronique ; noyau atomique ; radioprotection ; réaction acido-basique ; réaction de complexation ; réaction de précipitation ; réaction d'oxydoréduction

### Temps de travail

Crédits ECTS : 4

Temps total de travail étudiant : 111h.

### Capacités visées

CoPrev.1.2 ; D.2.6 ; D.3.1 ; D.3.4 ; D.4.1 ; ST.2.4 ; ST.3.1 ; R.2.5

### Objectifs généraux

- Reconnaître les paramètres importants d'un signal.
- Comprendre le principe d'une échographie.
- Comprendre l'intérêt de la technique de l'échographie par effet Doppler.
- Connaître le fonctionnement des instruments optiques à l'aide des lois de propagation de la lumière.
- Analyser l'émission et l'absorption de rayonnement électromagnétique ou particulaire par la matière.
- Aborder l'intérêt des rayonnements électromagnétique et particulaire en médecine ainsi que les précautions à prendre lors de leur utilisation.
- Concevoir un dosage dans des conditions théoriques et expérimentales adaptées.
- Analyser quantitativement un mélange.
- Aborder les principales techniques chromatographiques.
- Identifier une espèce chimique par chromatographie.

## Programme détaillé

### Analyses physiques et imageries médicales

#### • *Signaux physiques*

- Acquisition et traitement de signaux dépendant du temps.
- Composition de signaux sinusoïdaux.
- Signal dépendant du temps et d'une coordonnée de l'espace.

#### • *Propriétés générales des ondes*

- Ondes progressives sinusoïdales dans le cas d'une propagation unidimensionnelle linéaire et non dispersive
  - Célérité.
  - Périodicité spatiale et temporelle.
  - Retard temporel.
  - Déphasage.

#### • *Ondes sonores*

- Suppression acoustique.
- Intensité acoustique.
- Effet Doppler.
- Dioptrisme acoustique ; réflexion et transmission d'une onde acoustique en incidence normale. Imagerie par échographie ultrasonore.

#### • *Optique géométrique*

- Propagation de la lumière dans un milieu transparent, homogène et isotrope.
- Indice optique. Notion de rayon lumineux.
- Lois de Snell-Descartes en réflexion et en réfraction. Conditions de Gauss.
- Formation d'images par un système optique.
- Les instruments d'optique : cas du microscope photonique.
- Microscope photonique.

#### • *Analyse des rayonnements*

- Interaction lumière-matière
  - Changements de niveau électronique : production ou absorption de photon.
  - Rayons UV-Visible-IR : loi de Beer-Lambert ; oxymétrie de pouls.
  - Rayons X : radiographie.
  - Les radiofréquences et leur utilisation en RMN du proton.
- Structure du noyau atomique
  - Composition. Isotopie.
  - Différents types de radioactivités. Loi de décroissance radioactive. Temps de  $\frac{1}{2}$  vie d'un nucléide radioactif.
  - Rayons Gamma. Interaction avec la matière. Interaction avec la matière vivante. Dosimétrie et radioprotection.
  - Dualité ondes-particules.
  - Rayonnements particulaires. Principales caractéristiques des rayonnements  $\alpha$  et  $\beta$ . Utilisations thérapeutiques. Dosimétrie et radioprotection.

### Analyses et identifications d'espèces chimiques

#### • *Étude des dosages*

- Généralités
  - Intérêt et but d'un dosage.
  - Dosage par titrage versus étalonnage.
  - Titration directe et indirecte (cas du titrage en retour).
  - Propriétés de la réaction support du titrage.
  - Équivalence.
  - Tracé et exploitation d'une courbe de titrage.
- Méthodes physiques ou chimiques de suivi
  - Colorimétrie.
  - Conductimétrie.

- Potentiométrie.
- Spectrophotométrie.

- *Chromatographie*

- Généralités sur les chromatographies
  - Notion de phase stationnaire et de phase mobile.
  - Nature des phénomènes
    - ✓ Chromatographie d'adsorption.
    - ✓ Chromatographie de partage.
    - ✓ Chromatographie d'échange d'ions.
    - ✓ Chromatographie d'exclusion.
- Chromatographie sur couche mince (CCM)
  - Nature des phases stationnaire et mobile.
  - Réalisation expérimentale. Choix expérimentaux.
  - Rapport frontal.