

Programme de Biologie Animale du Cycle Préparatoire Biologie-Géologie (BG)

Biologie Animale 1

Biologie de la Reproduction et du Développement Animal

30 heures de cours et 15 h de travaux pratiques (première année ; premier semestre)
un devoir et un examen écrits ; des comptes rendus et un examen TP

Les objectifs de cet enseignement

Ce programme comprend deux fonctions vitales des animaux. Il mérite une introduction intégrative qui permet de situer ces deux fonctions dans le contexte général de la biologie du vivant. Ainsi, la notion de **L'organisme animal : un système en interaction avec son environnement** est importante car son enseignement permet de relier ces deux fonctions aux autres parties du programme et d'éviter une vision « isolée » de l'organisme.

On l'aborde sous la forme d'un cycle global :

- D'abord, avec les deux phases : reproduction, développement (ontogenèse) ;
- Puis, avec les deux modalités de la reproduction (sexuée-asexuée) et les deux modalités du développement (direct-indirect),

Ce qui permet de viser des objectifs sociétaux (agronomie et technologie) et d'autres scientifiques (diversité des cycles et richesse en adaptation interactive avec l'environnement).

Cette introduction générale, non seulement, nous renseigne sur la diversité du vivant et de ses interactions avec son milieu, mais aussi, s'ouvre sur l'étude de cette diversité qui prépare le cours de zoologie en préparant aux aspects phylogénétiques du règne animal.

INTRODUCTION : (1h)

L'organisme animal en interaction avec son environnement

les cycles vitaux des animaux :

1. Alternance de la reproduction/développement.
2. Définition des deux fonctions : la reproduction et du développement
3. Les grandes modalités de la reproduction : sexuée, asexuée, et leurs importances respectives pour l'organisme et pour l'environnement naturel et socio-économique
4. Les grandes modalités du développement : direct et indirect, et leurs relations avec l'écologie.

- La reproduction est un processus à la fois conservateur et diversificateur de l'espèce. Le premier stabilise l'espèce tout en gardant un polymorphisme représentant un avantage sélectif, le second ouvre à la sélection et permet la spéciation.

La relation entre la reproduction asexuée et la présence de cellules indifférenciées.

- Le développement est un processus plastique également. Il est contrôlé génétiquement et épigénétiquement. Les deux contrôles sont en interaction dynamique très complexe qui permet la diversification et l'adaptation.

Chapitre 1

LA REPRODUCTION SEXUEE (14h)

1- Les phases de la reproduction sexuée : gamétogenèse, fécondation (6h)

Introduction : les problèmes posés à la reproduction sexuée :

1. L'origine des cellules reproductrices et leur ségrégation
2. La différenciation des cellules reproductrices à la suite de leur ségrégation
3. Les mécanismes de la fécondation et ses fonctions
4. Les cas particuliers de la reproduction sexuée et leurs causalités
5. Le déterminisme du sexe et la sexualisation dans le gonochorisme

1.1. La gamétogenèse : (3h)

- | | |
|--|---|
| <p>1.1.1. Définition du germe et de ses caractéristiques</p> | <p>-totipotence, haploïdie, sexualité et anisogamie, capacité de fusionner</p> |
| <p>1.1.2. Origine et différenciation du germe par rapport au soma, précoce ou tardive et sa relation avec le cycle vital</p> | <p>- Tardive dans le cas de l'alternance du cycle sexué et asexué (spongiaires, cnidaires, plathelminthes)
 - Précoce dans le cas de la perte de la reproduction asexuée (cas de deux invertébrés : Ascaris et Miastor ; cas de deux vertébrés : Amphibien et Homme)
 Lien : Zoologie des Invertébrés</p> |
| <p>1.1.3. Rôle de la gamétogenèse</p> | <p>- réduction chromatique, préparation à la fécondation/développement</p> |
| <p>1.1.4. La différenciation ou sexualisation du germe : Etude comparée entre spermatogenèse et ovogenèse</p> | <p>- insister sur les différences et leur importance dans la biologie de l'organisme en interaction avec son milieu (tableau comparatif).</p> |
| <p>1.1.5. Biologie des spermatozoïdes :</p> | <p>- structure type, fécondance, mobilité fléchante, capacitation</p> |
| <p>1.1.6. Biologie de l'ovocyte</p> | <p>- synthèses pré-morphogénétiques préparant le développement, membranes protectrices : prévitellogenèse et vitellogenèse.
 Lien : différents types d'œufs (chapitre embryologie)</p> |
| <p>1.1.7. Les anomalies de la gamétogenèse</p> | <p>- l'aneuploïdie, la polyploïdie.</p> |

<p>1.2. La fécondation : (2h)</p> <p>1.2.1. Définition et types de fécondation</p> <p>1.2.2. Rôle de la fécondation</p> <p>1.2.3. Etapes de la fécondation</p> <p>1.2.4. Le déterminisme de la fécondation : (expérience de Bataillon de la parthénogenèse expérimentale)</p> <p>1.2.5. Les anomalies de la fécondation</p>	<p>- interne, externe. l'oviparité, la viviparité</p> <p>- rétablissement de la diploïdie de l'espèce, différentes modalités (externe, interne) en relation avec la diversité des milieux.</p> <p>- Rapprochement des gamètes, capacitation, - Plasmogamie et activation de l'ovocyte : réaction corticale, remaniements subis dans l'œuf (nucléaires, cytoplasmiques et métaboliques) et préparation au développement. (2 exemples différents : l'oursin et l'homme)</p> <p>-Amphimixie et rétablissement de la diploïdie (exemple de l'oursin)</p> <p>- rôle du spermatozoïde : régulation astérienne, régulation chromosomique,</p> <p>- rôle de l'ovocyte (préparation au développement).</p> <p>- polyspermie, digynie, parthénogenèse</p>
<p>2- Les différentes modalités de la reproduction sexuée : l'hermaphrodisme, la parthénogenèse, le gonochorisme (8h)</p>	
<p>2.1. L'hermaphrodisme (2h)</p> <p>2.1.1. Définition et différents types</p> <p>2.1.2. L'hermaphrodisme fonctionnel Définition, nécessité de la protandrie ou protogynie, place dans le règne animal : déterminisme écologique (sédentarité, vie terrestre, parasitisme, vie fixée)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Différentes modalités de l'hermaphrodisme fonctionnel : simultané, successif équilibré • Cas intermédiaires : hermaphrodisme successif non équilibré (Patella), et hermaphrodisme alternatif (Ostrea et autres bivalves) • Différentes modalités de l'hermaphrodisme non fonctionnel chez les organismes gonochoriques : rudimentaire, juvénile, intersexualité 	<p>- fonctionnel, non fonctionnel naturel, intersexualité</p> <p>- donnez des exemples de chaque cas écologique</p> <p>- Exemples d'hermaphrodisme simultané : appareil génital d'animal terrestre évolué (l'escargot qui montre une fécondation croisée), appareil génital d'un animal parasite (le ténia qui montre la possibilité d'autofécondation)</p> <p>- Exemples d'hermaphrodisme successif : cas d'un invertébré (<i>Crepidula</i> avec passage d'un appareil mâle à un appareil femelle), cas d'un vertébré (Poisson Sparidae avec suprématie d'un territoire sur l'autre dans une même gonade)</p> <p>- Exemple d'hermaphrodisme rudimentaire (l'organe de Bidder du crapaud mâle), conséquence de cet hermaphrodisme : le gonochorisme labile et l'inversion sexuelle potentielle). Autre exemple inverse au</p>

<p>2.1.3. Signification biologique de l'hermaphrodisme</p>	<p>précédent (l'arrhénoïdie accidentelle chez les Oiseaux femelles ; la poule) *Exemple d'hermaphrodisme juvénile : cas des Poissons (<i>Dentex</i>) *Exemple d'intersexualité (free Martin), - la bipotentialité sexuelle embryonnaire, la fragilité du déterminisme du sexe, l'installation adaptative de l'hermaphrodisme.</p>
<p>2.2. La parthénogenèse et d'autres cas particuliers (2h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Les cas particuliers</i> : gynogenèse, androgenèse. • <i>La parthénogenèse</i> : <p>2.2.1. Définition et problèmes de la régulation de la diploïdie</p> <p>2.2.2. Différents types : rudimentaire, juvénile, accidentel, obligatoire et les mécanismes compensateurs de la diploïdie</p> <p>2.2.3. Signification biologique et écologique de la parthénogenèse</p> <p>2.3. Conclusion générale sur les cas particuliers de la reproduction sexuée et leur chevauchement avec le gonochorisme</p>	<p>Lien : parthénogenèse traumatique de Bataillon</p> <p>-naturelle, expérimentale, thélytoque, arrhénotoque, deutérotoque</p> <p>- Exemple de parthénogenèse rudimentaire : la femme et le kyste ovarien - Exemple de parthénogenèse juvénile : la pédogenèse chez les Insectes (<i>Miastor</i>) - Exemple de parthénogenèse accidentelle ou occasionnelle : le bombyx du murier - Exemples de parthénogenèse obligatoire régulière ou normale : *Parthénogenèse facultative : exemple l'abeille *Parthénogenèse cyclique (saisonnière ou géographique) : exemple du puceron de la vigne *Parthénogenèse obligatoire stricte (constante) : daphnie, vertébrés (Reptiles ; lézards) - possibilité de changement chromosomique brutal et donc de spéciation, adaptation aux conditions extrêmes -déterminisme de la parthénogenèse : facteurs externes et ou internes</p> <p>Lien : les anomalies de la gamétogenèse, fécondation ; relation de ces cas avec les conditions épigénétiques.</p>
<p>2.4. Le gonochorisme (4h)</p> <p>2.4.1. Définition : Les caractères sexuels et leur hiérarchisation : primordiaux, primaires, secondaires</p> <p>2.4.2. La plasticité du déterminisme du sexe entre génétique et épigénétique</p>	<p>-insister sur la bivalence sexuelle embryonnaire</p> <p>- Cas d'un déterminisme épigénétique strict : les Reptiles (crocodiles) - Cas d'un déterminisme génétique labile : l'organe de Bidder</p>

<p>2.4.2.1. Les chromosomes sexuels et leurs rôles dans le déterminisme du sexe</p> <p>2.4.2.2. Les anomalies du déterminisme génétique : la non ségrégation des chromosomes homologues ou de la division méiotique ou mitotique :</p> <p>2.4.3. Conclusion :</p> <p>2.4.3.1. Le cas de cette aneuploïdie dans la parthénogenèse.</p> <p>2.4.3.2. Le cas de l'hermaphrodisme</p> <p>2.4.3.3. Rôle des hormones sexuelles dans la différenciation du sexe</p> <p>2.4.4.4. L'ambivalence du sexe gamétique dans tous les cas de reproduction sexuée</p> <p>Conclusion générale :</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cas d'un déterminisme génétique strict : Mammifère, Insecte - Différents caryotypes : hétérogamétiques mâles (XY ou XO), hétérogamétiques femelles (ZW ou ZO) *Exemple de déterminisme chromosomique chez la drosophile : le rapport X/A *Exemple de déterminisme chromosomique chez les mammifères : le rôle du SRY (SRY) et de DAX1 - à la gamétogenèse : exemple de l'intersexualité de l'homme due à l'aneuploïdie : les différents syndromes. - à la fécondation : le gynandromorphisme dû à la formation de chimères par dispermie au niveau d'ovocyte n'ayant pas libéré son deuxième globule polaire (Bombyx) - à la segmentation : le gynandromorphisme dû à des anomalies de ségrégation lors de la 1^{ère} division de segmentation - Lien avec la non ségrégation des chromosomes homologues dans la parthénogenèse et ses conséquences. - Lien avec l'hermaphrodisme par l'explication de l'instabilité de la séparation des sexes et du maintien de l'ambivalence sexuelle plus ou moins réversible et fonctionnelle. - résumé du cas des Mammifères : exemple de la castration du lapin. <p>le déterminisme du sexe est génétique, la différenciation est épigénétique</p>
--	--

Chapitre 2 LE DEVELOPPEMENT ANIMAL (16h)

Les deux grandes étapes du développement : embryonnaire, post-embryonnaire et leurs caractéristiques (développement embryonnaire dépendant d'une source de nourriture, développement post-embryonnaire libre : direct ou indirect (les causes de ces deux modalités : épuisement des réserves)

1- Les phases du développement embryonnaire (2h)

1.1. L'œuf :	- rappel de ses caractéristiques, ses différents types
1.2. La segmentation et son rôle • Les types de segmentation :	- compartimentation de l'œuf en territoires présomptifs, rôle du blastocoele dans la

<p>radiaire/spirale ; totale/partielle</p> <p>1.3. La gastrulation et son rôle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les principaux types des mouvements : embolie, épibolie, immigration, délamination. <p>1.4. L'organogenèse et son rôle</p>	<p>gastrulation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - formation des feuilletts embryonnaires et notion de champs morphogénétiques. Rôle des molécules d'adhérence cellulaire dans ces mouvements. - différenciation des feuilletts en tissus et organes fonctionnels donnant une homéostasie structurale et fonctionnelle.
<p>2- Les différents types de développement embryonnaire et leur relation avec les réserves nutritives de l'embryon (8h)</p>	
<p>2.1. Relation entre la richesse de l'œuf en vitellus et son mode de segmentation et de gastrulation</p> <p>2.1.1. Exemple 1 : œuf oligolécithe de l'oursin, œuf hétérolécithe des Amphibiens : (2h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etude comparée entre les deux types œufs - Etude comparée entre Leur modalités de segmentation respective : - Etude comparée entre leurs modalités de gastrulation : <ul style="list-style-type: none"> - Formation du seul orifice embryonnaire le blastopore à rôle anal. - Formation des trois feuilletts embryonnaires : caractéristiques de tous les triploblastiques - Devenir des feuilletts embryonnaires chez tous les triploblastiques. <p>2.1.2. Exemple 2 : œufs alécithe de Mammifère, télolécithe d'Oiseau : (3h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparaison entre les deux types d'œufs : - Comparaison entre les deux types de segmentation : - Importance des annexes embryonnaires chez ces deux groupes : - Comparaison de la gastrulation : 	<ul style="list-style-type: none"> -Isolécithe, mésolécithe -totale, radiaire, subégale/inégale donnant deux types de coeloblastulas régulière/irrégulière. -immigration, embolie (involution comme cas particulier de l'embolie), épibolie. -insister sur le rôle des membranes coquillières chez les Oiseaux, et le développement direct chez les deux animaux. -respectivement totale subégale, partielle ; mais leur aboutissement au même type de blastula primaire : respectivement blastocyste et blastoderme avec blastocoele virtuel. - précocité de l'annexe nutritive : vésicule vitelline (l'hypoblaste ou endoblaste extraembryonnaire de la blastula secondaire) -commune aux deux groupes car elle

	intéresse seulement une partie de l'embryon semblable entre les deux : bouton embryonnaire ou disque germinatif. Immigration, involution, soulèvement antéropostérieur et repliement ventral des trois feuillets.
<p>2.2. Etude comparée de leur organogenèse et sa relation avec la richesse en vitellus : (2h)</p> <p>2.2.1. Explication du développement indirect dans les œufs ologolécithe et hétérolécithe donnant des larves : Pluteus, Têtard (bourgeon caudal) et direct chez les Amniotes.</p> <p>2.2.2. Explication du devenir du blastopore chez tous les cas :</p> <p>2.2.3. Explication de la neurulation différente entre l'oursin et les vertébrés : épithélioneuriens, épineuriens.</p> <p>2.2.4. Comparaison du début de l'organogenèse (neurulation, mésodermisation)</p> <p>2.2.5. Conclusion : présence des annexes embryonnaires chez les Amniotes</p>	<p>l'anus (bien démontré par l'organogenèse de l'oursin). Conclusion par l'explication de la relation entre les deutérostomiens.</p> <p>commune chez les trois vertébrés (Amphibiens, Oiseaux, et Mammifères).</p>
<p>2.3. Les annexes embryonnaires des Amniotes : (1h)</p> <p>2.3.1. L'annexe de la vésicule vitelline :</p> <p>2.3.2. L'annexe de l'amnios :</p> <p>2.3.3. L'annexe de l'allantoïde :</p> <p>2.3.4. L'annexe du placenta spécifique aux Mammifères Placentaires, les seuls vrais vivipares, les autres étant ovipares :</p>	<p>-son origine, sa formation et son rôle chez les trois classes</p> <p>- son origine, sa formation, son rôle et sa précocité chez les Mammifères</p> <p>-son origine, sa formation, son rôle chez les Oiseaux/reptiles et chez le Mammifères</p> <p>- son origine, sa formation précoce et son rôle. Les différents types.</p>
<p>3- Les mécanismes du développement embryonnaire : quelques notions d'embryologie causale anatomique et moléculaire (6h)</p>	
<p>3.1. Rappel de l'anisotropie de l'œuf</p> <p>3.2. La relation entre régulation et détermination</p> <p>3.2.1. La régulation des territoires présomptifs</p> <p>3.2.2. La détermination des champs</p>	<p>- due aux synthèses morphogénétiques primordiales au cours de l'ovogenèse : les plasmés organisateurs (organogères maternels).</p> <p>- expériences d'ablation ou de greffe : Prendre des exemples variés (amphibiens, oursin)</p> <p>- les mêmes expériences</p>

<p>morphogénétiques</p> <p>3.2.3. Conclusion : deux états provisoires au début du développement embryonnaire. La présence de potentialités de division et de différenciations et leur perte progressive vers une détermination</p> <p>3.2.4. Notion de cellules souches totipotentes, pluripotentes, multipotentes, différenciées ; et le passage progressif des unes vers les autres</p> <p>3.3. Limite spatio-temporelle de la régulation et de la détermination, les inducteurs primaires</p> <p>3.3.1. Les étapes de la détermination</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Les premières déterminations maternelles</i> : les polarités de l'embryon • <i>Les déterminations successives</i> : endodermique, mésodermique, ectodermique : <p>3.3.2. Le déterminisme de la détermination : les inducteurs embryonnaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Définition des inducteurs embryonnaires</i> • <i>Mise en évidence par des expériences de greffe ectopique</i> <p>3.4. La différenciation cellulaire au cours de l'organogénèse, les inducteurs secondaires</p> <p>3.4.1. Définition de la différenciation : passage de l'état déterminé à l'état différencié avec la perte totale des potentialités de division et de différenciation.</p> <p>3.4.2. Le déterminisme de la différenciation : des inducteurs secondaires (définition)</p> <p>3.5. Les caractéristiques des inducteurs primaires et secondaires</p> <p>3.6. Les mécanismes moléculaires des inducteurs</p> <p>3.7. Les gènes du développement : gènes</p>	<p>- Exemple du cas de l'oursin : expériences d'Horstadius expliquant les gradients de polarité.</p> <p>- expériences de culture de territoires isolés et à des âges différents (cas des Amphibiens)</p> <p>- cas de l'expérience de Spemann.</p> <p>- La seule destinée est le fonctionnement, le vieillissement et la mort.</p> <p>- exemple de la différenciation de l'œil</p> <p>- action par contact, limitée dans l'espace et dans le temps, action de tissus déterminés sur des tissus compétents, action spécifique, transmissible, générale.</p> <p>- substances paracrines ou juxtacrines qui agissent par contact activant ou inhibant des voies de signalisation internes en relation avec des facteurs de transcription (protéines impliquées dans l'activation ou l'inhibition des gènes du développement).</p>
--	---

<p>régulateurs de deux types</p> <p>3.7.1. Gènes régulateurs d'autres gènes régulateurs interviennent lors des déterminations embryonnaires</p> <p>3.7.2. Gènes régulateurs des gènes de structure interviennent lors de la différenciation définitive : nommés gène homéotiques ou gènes différenciateurs.</p> <p>3.7.3. L'expression différentielle des gènes contrôlée par des inducteurs à action multiple et en cascade. Abolition du dogme de Crick (à tout gène une protéine) vers la plasticité génétique.</p> <p>3.8. Conclusion</p> <p>3.8.1. La plasticité régulatrice du développement et les mécanismes de réparation des anomalies et des dommages.</p> <p>3.8.2. L'application de cette plasticité dans la santé et l'environnement.</p>	<p>- Le cas extrême des cancers.</p> <p>- Dans l'environnement : clonage et transgénèse</p> <p>- Dans la santé : la médecine régénérative</p>
<p>TRAVAUX PRATIQUES (15h)</p>	
<p>CHAPITRE 1 : LA REPRODUCTION SEXUEE (9H)</p> <p>- 1^{ère} séance sur la méiose et la gamétogenèse</p> <p>- 2^{ème} séance : Etude de coupe de testicule et d'ovaire</p> <p>- 3^{ème} séance : dissection d'un animal hermaphrodite (escargot)</p>	<p>- rappel de connaissances du secondaire particulièrement la classe terminale</p> <p>- insister sur la méiose</p> <p>- insister sur la différence entre le soma gonadique et le germen. Donner des exemples de différenciation tardive du germen</p> <p>- observation d'ovotestis de poisson et d'escargot.</p>
<p>CHAPITRE 2 : LE DEVELOPPEMENT ANIMAL (6H)</p> <p>- 4^{ème} séance : étude des principaux stades embryonnaires d'un oursin</p> <p>- 5^{ème} séance : étude des principaux stades de développement d'un amphibien, comparaison avec les Oiseaux</p>	

Programme de Biologie Animale du Cycle Préparatoire Biologie-Géologie (BG)

Biologie Animale 2

DIVERSITE DES PROTISTES ET DES PARAZOAIRES AUX PROTOSTOMIENS (BG1)

30 heures de cours et 15 h de travaux pratiques (première année ; second semestre)
un devoir et un examen écrits ; des comptes rendus et un examen TP

Les objectifs de l'enseignement

Ce programme représentera la diversité du règne des Protistes et du règne animal et leurs relations de parentés phylogénétiques actuelles. Étudiées non seulement par l'analyse des ressemblances et des différences, mais, aussi par la recherche de la parenté proche grâce à l'analyse des deux états de chaque caractère : ancestral ou plésiomorphe et dérivé ou apomorphe ce qui permet de distinguer les vraies similitudes (homologies) des fausses (homoplasies), de réviser les classifications et d'expliquer les liens de parenté (mono-, para- ou polyphylie).

En même temps, cette approche permettra de réviser la relativité des ressemblances phénétiques qui peuvent être dues à des phénomènes de convergence adaptative due à un même milieu de vie. Donc, une introduction des nouvelles méthodes classificatoires et leurs principes de base est nécessaire.

INTRODUCTION GÉNÉRALE (1h30)

1. Les méthodes de classification des êtres vivants : entre phénétique et cladistique

1.1. *La phénétique*

1.2. *La cladistique*

1.3. *L'éclectique*

2. Les principes de base de la classification

2.1. Le principe de la connexion des caractères

2.2. Le principe de la récapitulation

2.3. La nécessité de la monophylie pour regrouper des taxons

2.4. Le concept espèce

- ses principes, ses avantages et ses faiblesses

- ses principes, ses avantages et ses faiblesses

- synthèse des deux avec l'étude écologique

- renseigne sur l'unité des plans d'organisation

- renseigne sur l'unité du développement et le sens de l'évolution.

- Ce qui explique l'éclatement d'anciens taxons et l'artificialité des catégories attribuées aux différents taxons (de l'embranchement à la famille). Seule la nomenclature binomiale des espèces est correcte. Elle correspond à l'unité de base de la classification. Toutefois, l'espèce n'est pas immuable puisqu'elle se définit par son isolement reproductif qui n'est pas strict et qui met en jeu une compétition pour la reproduction.

- ses controverses

Chapitre I

LES PROTISTES A AFFINITES ANIMALES (10H)

<p>1. Introduction: les trois domaines du vivant: Archées, Eubactéries, Eucaryotes (30mn)</p> <p>2. Caractéristiques des Protistes ou Eucaryotes unicellulaires</p> <p>3. La reproduction chez les Protistes à affinité animale (1h 30)</p> <p>3.1. La multiplication asexuée ou agamogonie</p> <p>3.2. La reproduction sexuée ou gamogonie</p> <p>4. Phylogénie et quelques cycles reproducteurs des Protistes (8h)</p> <p>- Arbre phylogénétique montrant la polyphylie des Protistes</p> <p>- Les cycles choisis sont différents les uns des autres et en relation avec certaines maladies</p> <p>4.1. Arbre des Bicontes</p> <p>4.1.1 La lignée verte</p> <p>4.1.2. Les Chromoalvéolés à 4 branches</p> <p>a- Les Alvéolobiontes</p> <ul style="list-style-type: none">• Ciliés Cycle diplobiontique avec sexualité non liée à la reproduction• Apicomlexés -Cycle haplobiontique avec alternance de phases sexuée/asexuée. La sexualité est liée à une différenciation gamétique -Cycle exclusivement sexué• Dinophytes <p>b- Les Straménopiles c- Les Cryptophytes d- Les Haplophytes</p>	<p>- Citez rapidement les différences principales</p> <p>- Définir les protistes ou eucaryotes unicellulaires</p> <p>- organisation et fonctions vitales des protistes à affinités animales. (L'organisation des protistes à affinités végétales sera traitée en Botanique (BG2)).</p> <p>- La division binaire</p> <p>- La division multiple ou schizogonie</p> <p>- Le bourgeonnement ou gemmiparité</p> <p>- L'enkystement</p> <p>- Cycle haplobiontique(haplophasique)</p> <p>- Cycle diplobiontique</p> <p>- Cycle haplodiplobiontique</p> <p>- Deux groupes frères:</p> <ul style="list-style-type: none">• Les Bicontes: caractères dérivés• Les Unicontes: caractères dérivés <p>- 4 groupes frères (voir en Botanique)</p> <p>- Caractères dérivés</p> <p>- Caractères dérivés</p> <p>- Caractères dérivés et cycle de reproduction</p> <p>- La conjugaison des Ciliés, type <i>P. caudatum</i></p> <p>- Caractères dérivés et cycle de reproduction</p> <p>- Type1: <i>Eimeria perforans</i> (Coccidiose du lapin)</p> <p>- Type 2: <i>Plasmodium falciparum</i> (Paludisme)</p> <p>- Type <i>Stylocephalus longicollis</i> (la grégarine)</p> <p>- (voir en Botanique)</p> <p>- (Lignée brune à voir en Botanique)</p>
---	---

<p>4.1.3. Les Rhizariens a- Les Actinopodes</p> <p>b- Les Foraminifères: Granuloréticulés Cycle haplodiplobiontique</p> <p>c- Les Chlorarachniophytes</p> <p>4.1.4. Les Excavobiontes: 4 branches</p> <p>a- Les Euglénobiontes: regroupent les Euglénophytes, les Kinétoblastides (trypanosome) et les pseudociliés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cycle complexe sans sexualité <p>b- Les Parabasiliens</p> <p>c- Les Métamonadines</p> <p>d- Les Percolozoaires</p> <p>4.2. Les Unicontes: deux groupes frères</p> <p>4.2.1. Les Amoebozoaires: deux frères</p> <p>a- Les Rhizopodes</p> <p>b- Les Mycétozoaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cycle simple sans sexualité <p>4.2.2. Les Opisthocontes: deux frères</p> <p>a- Les Champignons (Eumycètes et Microsporidies)</p> <p>b- Les Choanoorganismes: deux frères</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les Choanoflagellés • Les Métazoaires 	<ul style="list-style-type: none"> - phylogénie incertaine - Caractères dérivés - Rassemblent Radiolaires, Héliozoaires et Acanthaires - Caractères dérivés - <i>Globigerina, Gromia</i> (voir en Botanique) - Caractères dérivés - Caractères dérivés, exemple <i>Euglena, Trypanosoma</i> - Exemple du Trypanosome : <i>Trypanosoma gambiense</i> - Caractères dérivés. Exemple <i>Trichomonas, Trichonympha</i> - Caractères dérivés. Exemple <i>Giardia vaginalis</i> - Caractères dérivés. Exemple <i>Teramitus, Naegleria</i> - Caractères dérivés - Caractères dérivés - Caractères dérivés. Exemple <i>Amoeba, Diffugia</i> - Caractères dérivés. - Exemple de l'amibe dysentérique : <i>Entamoeba histolytica</i> - Caractères dérivés (voir en Botanique) - Caractères dérivés - Caractères dérivés (voir au chapitre 2, et BA3)
---	---

Chapitre II

DIVERSITE DES PARAZOAIRES AUX PROTOSTOMIENS

(18h30)

<p>Etude phylogénétique, organisationnelle et écologique</p> <p>1. Place phylogénétique et critères de base de leur phylogénie(1h)</p> <p>1.1. Définition et place phylogénétique des Métazoaires dans le monde vivant</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eucaryotes, Unicontes, Opisthocontes, Choano-organismes, Métazoaires, Hétérotrophes, mobiles
--	--

<p>1.2. Ancêtres probables des Métazoaires : Les Choanoflagellés</p>	<p>-Les Protistes à affinité animale seraient les ancêtres des Métazoaires.</p>
<p>1.3. Phylogénie des Métazoaires</p>	<p>Exemple : Organisation générale et fonctions vitales d'un Choanoflagellé : Exemple : <i>Codonosiga</i></p>
<p>2. Les Parazoaires et leurs relations phylogénétiques (1h)</p>	<p>-Présentation générale de l'arbre phylogénétique des Métazoaires. - Divisés phylogénétiquement en Parazoaires et Eumétazoaires.</p>
<p>2.1. Caractéristiques des Parazoaires</p>	<p>- absence de tissus, ni de relation, ni de gastrulation. Fonctions de digestion et de reproduction primitives. Vie fixée.</p>
<p>2.2. Les représentants des Parazoaires</p>	<p>- éclatement de l'ancien embranchement des Spongiaires en groupes séparés en: Démosponges, Hexactinellides et Calcisponges.</p>
<p>2.2.1. Les Desmosponges et leurs caractères principaux</p>	<p>Exemple : Eponges d'eau douce, Eponges de cuisine et Eponges de toilette.</p>
<p>2.2.2. Les Hexactinellides et leurs caractères principaux</p>	<p>Exemple : Euplectelle</p>
<p>2.2.3. Les Calcisponges et les caractères qui les rapprochent des Eumétazoaires</p>	<p>Exemples : <i>Leucosolenia</i> et <i>Sycon raphanus</i>.</p>
<p>2.3. Importance écologique et socioéconomique</p>	
<p>3. Les Eumétazoaires (3h)</p>	
<p>3.1. Caractéristiques du groupe</p>	<p>- gastrulation, tissus avec soutien, communication et relation, symétrie</p>
<p>3.2. Phylogénie des Eumétazoaires</p>	
<p>3.2.1. Les Diploblastiques : exemple des Cnidaires :</p>	
<p>3.2.1.1. Caractères généraux des Cnidaires</p>	<p>acquisition d'une différenciation cellulaire et d'un système de régulation neuroendocrine. Amélioration de la défense et de la digestion</p>
<p>3.2.1.2. Etude succincte de leur classification (tableau comparatif)</p>	
<p>3.2.1.3. Etude de l'organisation de l'hydre verte (<i>Chlorohydra viridissima</i>)</p>	<p>Morphologie externe, coupes histologiques, reproduction</p>
<p>3.2.1.4. Etude du cycle complet avec l'alternance des deux phases fixée et libre : Cycle d'<i>Obelia geniculata</i>.</p>	
<p>3.2.1.5. Importance écologique</p>	<p>Exemples : Méduses et coraux</p>

<p>3.2.2. Les Triploblastique, Bilatériens, Coelomates :</p> <p>3.2.2.1. Caractéristiques du groupe :</p> <p>3.2.2.1. Subdivisions du groupe</p> <p>*Protostomiens</p> <p>*Les Deutérostomiens</p>	<p>trois feuillettes, symétrie bilatérale, cœlome qui peut dégénérer secondairement, céphalisation. Complexification des appareils</p> <p>explication des caractères principaux</p> <p>Le devenir du blastopore, le type de formation du cœlome (schizocoelique).</p> <p>explication rapide du devenir du blastopore et du mode de formation du cœlome.</p> <p>Ce groupe fera partie du programme de BG2.</p>
<p>4. Phylogénie des Protostomiens(13h30)</p> <p>4.1. Les Spiralia (0h30)</p> <p>4.1.1. Caractéristiques principales</p>	<p>- Ne seront mentionnés que les grands groupes actuels qui appartiennent à deux lignées : les spiralia et les ecdysozoaires</p> <p>- Caractéristiques de la segmentation spirale qui leur a donné le nom</p> <p>- Subdivisons : les Platyzoairesparenchymiens, et les Lophotrochozoaires (vrai cœlome)</p>
<p>4.1.2. Les Platyzoaires(2h30)</p> <p>4.1.2.1. Caractères généraux</p> <p>4.1.2.2. Classification</p> <p>A. Les Plathelminthes libres (anciens Turbellariés)</p> <p>A.1. Caractéristiques générales</p> <p>A.2. Organisation générale d'une planaire</p> <p>B. Les Trématodes</p> <p>B.1. Caractéristiques générales</p> <p>B.2. Organisation générale de la grande douve <i>Fasciola hepatica</i></p> <p>B.3. Cycle vital de <i>Fasciola hepatica</i></p> <p>C. Les Cestodes</p> <p>C.1. Caractéristiques générales</p> <p>C.2. Organisation générale du ténia inerme <i>Taeniasaginata</i></p> <p>C.3. Cycle vital de <i>Taeniasaginata</i></p> <p>D. Importances écologiques et sociales</p> <p>4.1.3. Les Lophotrochozoaires</p>	<p>- Ils sont représentés essentiellement par l'embranchement des Plathelminthes.</p> <p>- Insister sur les nouvelles acquisitions : musculature, appareil excréteur protonéphridien, appareil reproducteur très différencié</p> <p>Il s'agit de mettre en évidence l'importance de la reproduction asexuée et de l'organisation en relation avec le parasitisme.</p> <p>Il s'agit de mettre en évidence l'importance de la reproduction sexuée et de l'organisation en relation avec le parasitisme.</p> <p>- représentés par deux embranchements : les Annélides et les Mollusques (on peut citer les Phoronidiens, les Bryozoaires et les Brachiopodes)</p>

<p>4.1.3.1. Caractéristiques principales</p> <p>4.1.3.2. Mode de développement qui a donné d'un côté les Annélides et de l'autre les Mollusques.</p> <p>4.1.3.3. Les Annélides (1h30)</p> <p>4.1.3.3.1. Caractères généraux et acquisitions nouvelles</p> <p>4.1.3.3.2. Classification</p> <p>4.1.3.3.3. Importances écologiques</p>	<p>larve trochophore et/ou dérivée (véligère), lophophore</p> <p>- développement par schizométabolie chez les Annélides et développement dorso-ventral chez les Mollusques.</p> <p>- Insister sur les acquisitions nouvelles : locomotion assez performante, nutrition-digestion, appareil circulatoire clos et parfois appareil respiratoire, appareil excréteur métanéphridien, système nerveux ganglionnaire, appareil reproducteur adapté au mode de vie, conquête du milieu terrestre chez deux grandes subdivisions</p> <p>Exemple : Organisation générale de <i>Nereis sp.</i></p> <p>La présenter sous forme d'un tableau : Polychètes marines, Oligochètes et Achètes terrestres et paludicoles.</p> <p>Exemple : Sangsue et Ver de terre</p>
<p>4.1.3.4. Les Mollusques (2h30)</p> <p>4.1.3.4.1. Caractères généraux</p> <p>4.1.3.4.2. Diversité des Mollusques</p> <p>A. Les Protomollusques</p> <p>A.1. Les caudofovéates et les solénogastres (appelés anciennement aplacophores)</p> <p>A.2. Les Polyplacophores et les Monoplacophores</p> <p>B. Les Eumollusques</p> <p>B.1. Les Viscéroconques</p> <p>B.2. Les Loboconques</p> <p>4.1.3.4.3. Importances écologiques et socioéconomiques</p>	<p>Malgré leur grande diversité un même plan d'organisation : tête et bulbe buccal, pied, manteau et cavité palléale, coquille, masse viscérale,</p> <p>Les grandes subdivisions phylogénétiques selon leur type de système nerveux et leur coquille</p> <p>Coquille plus ou moins développée et recouvrant tout l'animal, un système nerveux cordoneur : 4 groupes</p> <p>Coquille ne couvrant souvent pas la tête ou régressée secondairement, un système nerveux ganglionnaire formant une paire de triangle latéral autour de l'œsophage : 4 groupes</p> <p>-à masse viscérale sous la coquille et tête bien développée : groupant les Gastéropodes (escargot) et les Céphalopodes (seiche)</p> <p>-à masse viscérale enveloppée par un manteau lobé, réduction de la tête et du bulbe buccal, groupant les Bivalves (moule) et les Scaphopodes (<i>Dentalium</i>).</p> <p>Exemples : Huître perlière, conchyliculture, médecine,...)</p>

<p>4.2. Les Ecdysozoaires</p> <p>4.2.1. Subdivisions principales</p> <p>4.2.1.1. Les Némathelminthes (1h30)</p> <p>4.2.1.1.1. Caractéristiques générales</p> <p>4.2.1.1.2. Etude du plan d'organisation d'<i>Ascaris lumbricoides</i></p> <p>4.2.1.1.3. Cycle vital d'<i>Ascaris lumbricoides</i></p> <p>4.2.1.1.4. Importance écologique.</p>	<p>- Caractérisés par l'ecdysone ou hormone de mue qui contrôle le phénomène de la mue typique des organismes invertébrés à tégument externe inextensible formé par une cuticule rigide.</p> <p>- Caractéristiques principales du groupe et leur diversité considérable due à la cuticule.</p> <p>- Parasitisme (Nématodes de la pomme de terre, Nématode de la betterave, ...).</p> <p>- Importances écologiques des Nématodes dans l'aération des sédiments aquatiques.</p>
<p>4.2.1.2. Les Arthropodes (6h30)</p> <p>4.2.1.2.1. Caractères généraux</p> <p>4.2.1.2.2. Appendice arthropodien</p> <p>4.2.1.2.3. Structure de la cuticule et la mue</p> <p>4.2.1.2.4. Développement post-embryonnaire des Hexapodes.</p> <p>4.2.1.2.5. Diversité des Arthropodes et importance socioéconomique</p> <p>A. Les Chélicératomorphes</p> <p>B. Les Antennates-Mandibulates</p>	<p>(céphalisation et encéphalisation, appareils circulatoire, respiratoire, digestif, excréteur, reproducteur)</p> <p>Archétype et adaptations (crevette)</p> <p>Mue de croissance et mue de métamorphose</p> <p>Allométrie, isométrie</p> <p>Relation entre métamorphoses et diversité</p> <p>- Le développement Hétérométabole :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paurométaboles (Criquet) • Hémimétabole (Cigale) <p>- Le développement Holométabole (larves et nymphes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Types de larves : Compodéiforme (Fourmilion), Mélolonthiforme (Hanneton), Eruciforme (Papillon), Vermiforme (asticot de Mouche) • Types de nymphes : Libre (fourmilion), Chrysalide (papillon), pupa (mouche) <p>Présenter les principales subdivisions avec quelques caractères distinctifs (tableau comparatif)</p> <p>Mérostomes et Arachnides (exemples : scorpion, araignée et Acariens)</p> <p>les Myriapodes (mille-pattes), les Crustacés (crevette), les Hexapodes</p>

TRAVAUX PRATIQUES (15h)

<p>TP n°1 : Les Eucaryotes unicellulaires à affinité animale</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Rappel de la classification phylogénétique et de la nomenclature binomiale -Observation microscopique d'<i>Amoeba proteus</i>, <i>Paramecium caudatum</i>, <i>Trypanosoma gambiense</i>, <i>Stylocephalus longicollis</i>, Foraminifères, Radiolaires, <i>Trichomonas</i>, <i>Giardia vaginalis</i>, <i>Naegleria</i>; <i>Entamoeba histolytica</i>
<p>TP n°2: Les Eponges et les Cnidaires (organisation et classification)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exemple d'éponges calcaires (<i>Sycon</i>) et de Desmosponges (éponges de toilette) - Observation microscopique de l'hydre verte <i>Chlorohydra viridissima</i> et d'<i>Obelia geniculata</i>. - Classification des Cnidaires: Hydrozoaires (<i>Hydra</i>, <i>Obelia</i>), Scyphozoaires (<i>Aurelia</i>), Anthozoaires (<i>Anemonia</i>, <i>Coralium</i>, <i>Gorgonia</i>)
<p>TP n°3 : Les Plathelminthes et les Nématelminthes</p>	<p>Exemples : Trématodes (petite douve) et Cestodes (<i>Taenia saginata</i> et <i>Echinococcus</i> (bourgeonnement interne))</p> <ul style="list-style-type: none"> -Observation microscopique de la petite douve <i>in toto</i> et les stades larvaires. - Observation microscopique du scolex et proglottis immature, mature et cucurbitain de <i>Taenia saginata</i> et <i>T. solium</i>) - Exemple : <i>Ascaris</i> (Coupe transversale)
<p>TP n°4 : Les Annélides et les Mollusques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Morphologie des Polychètes (<i>Nereis sp</i>): observation de la région antérieure et parapode (schémas à légènder) - Morphologie des Céphalopodes (<i>Sepia officinalis</i>), dissection et dessin - Exemples de Bivalves et de Gastéropodes
<p>TP n°5 : Les Arthropodes : comparaison entre les grands groupes : Arachnides, Myriapodes, Crustacés et Insectes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comparaison entre les grands groupes : Arachnides (scorpion, araignée), Myriapode (mille-pattes ou scolopendre), Crustacés (crevette) et Insectes (criquet) sous forme d'un tableau. - Dissection des appendices de la crevette. - Observation de la morphologie du scorpion.
<p>Projet à demander au début des TP: adaptations au parasitisme chez les différents groupes étudiés</p>	

Biologie Animale 3

LA DIVERSITE DES DEUTEROSTOMIENS (BG2)

20 heures de cours et 12 h de travaux pratiques (deuxième année ; premier semestre)
un devoir et un examen écrits ; des comptes rendus et un examen TP

Objectif du cours: prendre connaissance de la diversité des Deutérostomiens et comprendre, à travers l'étude comparée des différents systèmes et appareils des Vertébrés, les relations de parenté (phylogénie) entre les différents groupes de Vertébrés, tout en insistant sur les sauts évolutifs

INTRODUCTION (1h)

I- Rappel des principes de la phylogénie

- Connexion des caractères
- Récapitulation
- La monophylie des groupes a entraîné l'éclatement des Agnathes, des Poissons et des Reptiles

II- Caractères généraux des Deutérostomiens

Dans un tableau comparatif, présenter les principales différences entre Protostomiens et Deutérostomiens (type de segmentation spirale ou radiaire, formation de la cavité coelomique (schizocoelie ou entérocoelie), destinée du blastopore. position du système nerveux (les protostomiens sont des Hyponeuriens ou épithélioneuriens, les deutérostomiens sont des Epineuriens Epithélioneuriens.

Chapitre 1

PHYLOGÉNIE DES VERTÉBRÉS (4h)

I- Place des Vertébrés dans le règne Animal (1h)

1. **Arbre phylogénétique des Deutérostomiens**
2. **Subdivision des Pharyngotrèmes :** Stomocordés et Cordés
3. **Phylogénie des Cordés :** les Urocordés et les Myomérozoaires
4. **Phylogénie des Myomérozoaires :** les Céphalocordés et les Crâniates
5. **Phylogénie des Crâniates :** Myxines et Vertébrés

- les épithélioneuriens et les Pharyngotrèmes épineuriens
- Caractères dérivés des deux groupes
- insister sur les caractères généraux du grand ensemble des Cordés : corde, système nerveux, pharynx, cœur, queue post-anale
- Les caractères principaux des Myomérozoaires : la métamérie au niveau des somites
- Caractères dérivés de chacun des deux groupes
- Caractères dérivés entre les deux

<p>6. Phylogénie des Vertébrés : Pétromyzontides (lamproies) et Gnathostomes</p>	<p>- Eclatement des Agnathes (anciennes Myxines et Lamproies)</p>
<p>II- La Polyphylie des Vertébrés (3h)</p> <p>1. Phylogénie des Gnathostomes : les Chondrichthyens et les Osteichthyens</p> <p>2. Phylogénie des Ostéichthyens</p> <p>2.1. <i>Les Actinoptérygiens et les Sarcoptérygiens</i></p> <p>2.2. <i>Phylogénie des Sarcoptérygiens :</i> Actinistiens (Coelacanthes) et Choanates (Dipneustes et Tétrapodes)</p> <p>2.3. <i>Phylogénie des Choanates :</i> Dipneustes et Tétrapodes</p> <p>3. Phylogénie des Tétrapodes : Amphibiens et Amniotes</p> <p>3.1. <i>Phylogénie des Amniotes</i></p> <p>3.2. <i>Phylogénie des Sauropsides :</i> Anapsides (avec comme seuls survivants les Choeloniens) et Diapsides</p> <p>3.3. <i>Phylogénie des Diapsides :</i> deux lignées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les Lépidosauriens qui ont donné les Rhynchocéphales et les Squamates (Sauriens et Ophidiens) • Les Archosauriens divisés en Crocodiliens et Oiseaux. 	<p>en s'appuyant sur un arbre phylogénétique des Vertébrés, insister sur le fait que les Osteichthyens regroupent les Poissons osseux et les Tétrapodes.</p> <p>- Caractéristiques principales des Chondrichthyens</p> <p>- le nom veut dire poissons osseux mais la phylogénie groupe un ensemble très hétérogène (poissons et tétrapodes). La nomenclature désigne une dérivation (l'ossification du squelette)</p> <p>les Actinoptérygiens présentant des nageoires pluribasales, les Chondrichthyens des nageoires tribasales et les sarcoptérygiens des nageoires monobasales.</p> <p>✓ Comparaison des caractéristiques des Actinoptérygiens (Poisson osseux les plus répandus) et des Chondrichthyens.</p> <p>- L'apparition des Tétrapodes donne un nouveau plan d'organisation qui fait éclater les Poissons Osseux (Actinoptérygiens, Actinistiens (Les coelacanthes), Dipneustes, l'ensemble devenant un groupe paraphylétique)</p> <p>- Caractères dérivés et monophylie des Tétrapodes</p> <p>- Classification succincte des Amphibiens</p> <p>Phylogénie basée sur les différents types de toit crânien <u>selon le nombre des fosses temporales</u> : synapsides qui donnent les Mammifères, et les sauropsides qui donnent les anapsides et les diapsides</p> <p>- Ce dernier branchement Oiseau et sa parenté avec une branche reptilienne Crocodiles a entraîné l'éclatement des Reptiles en différents groupes indépendants (Anapsides, Lépidosauriens (Rhynchocéphales et squamates), Crocodiliens : un ensemble paraphylétique par rapport aux Oiseaux)</p>

Chapitre 2

L'ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES (15h)

C'est l'un des plus importants arguments expliquant cette dérivation des caractères par l'application des deux principes de la phylogénie.

<p>1. Rappel de la structure embryonnaire commune au différents Vertébrés et des devenir de chaque feuillet (1h)</p> <p>2. Anatomie comparée du système squelettique est un premier exemple expliquant les liens de parenté entre les Vertébrés (3h)</p> <p>2.1. Introduction A- Anatomie B- Origine embryologique</p> <p>2.2. Anatomie comparée du squelette crânien 2.2.1. Anatomie 2.2.2. Nature 2.2.2.1. Le Chondrocrâne<ul style="list-style-type: none">• Le neurocrâne<ul style="list-style-type: none">a- Structure générale chez les Chondrichthyensb- Evolution chez les Vertébrés• Le splanchnocrâne<ul style="list-style-type: none">a- Structure générale chez les Chondrichthyensb- Evolution</p> <p>2.2.2.2. L'ostéocrâne et son évolution<ul style="list-style-type: none">a- Le neurocrâne enchondral ou endocrâneb- Le toit ou voûte dermiquec- Le complexe palatind- La suspension de la maxillee- L'articulation mandibulairef- Les arcs viscéraux</p> <p>2.3. L'anatomie comparée du squelette axial 2.3.1. Le squelette axial primaire et le squelette axial secondaire ou colonne vertébrale 2.3.2. Différenciations régionales de la colonne vertébrale</p> <p>2.4. Anatomie comparée du squelette appendiculaire 2.4.1. Les nageoires ou ptérygium<ul style="list-style-type: none">A - Nageoires pairesB - Nageoires impaires</p> <p>2.4.2. Structure générale du membre chiridien pentadactyle et son évolution</p>	<p>- en s'appuyant sur un schéma de la coupe transversale d'un embryon de Vertébrés (exemple une coupe transversale de neurula d'Amphibien)</p> <p>- illustre le branchement Agnathe, Gnathostome, Chondrichthyens, Osteichtyens, Choanates, Tétrapodes, les différents Amniotes</p> <p>Neurocrâne et Splanchnocrâne Chondrocrâne et Ostéocrâne enchondral et dermique</p> <p>L'évolution du splanchnocrâne se caractérise par la transformation des arcs mandibulaire et hyoïdien et branchiaux.</p> <p>- illustre la régionalisation du corps selon la conquête du milieu terrestre et l'évolution respiratoire (cage thoracique)</p> <p>- illustre la différence entre les différentes nageoires et le membre chiridien et l'origine éventuelle du membre chiridien. En ce qui concerne le membre chiridien pentadactyle, il s'agit de présenter sa structure squelettique et son évolution du membre horizontal au membre transversal ou au membre dressé parasagittal.</p>
---	---

<p>3. Anatomie comparée du système nerveux et ses différenciations régionales et fonctionnelles évolutives (3h)</p> <p>3.1. Anatomie du système nerveux et méninges</p> <p>3.1.1. Système nerveux central</p> <p>3.1.2. Système nerveux périphérique</p> <p>3.1.3. Méninges</p> <p>3.2. Origine embryonnaire, histologie</p> <p>3.3. Mode de fonctionnement</p> <p>3.4. Structure du système nerveux</p> <p>3.3.1. Moelle épinière</p> <p>3.3.2. Encéphale</p> <p>3.3.3. Evolution de l'encéphale</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation générale - cinq vésicules encéphaliques et moelle épinière - Nerfs et Ganglions - Neurulation, subdivisions du tube neural, les différentes cellules du SN - récepteurs sensoriels somatiques et viscéraux/spéciaux et généraux, transmission centripète, centres nerveux, transmission centrifuge, effecteurs musculaires volontaires/involontaires ou glandulaires Substance grise et substance blanche - Colonnes somatiques/viscérales ; cornes sensitives/motrices ; sensibilité proprioceptive/extéroceptive/intéroceptive; motricité volontaire/ involontaire; nerfs mixtes; ganglions rachidiens et végétatifs - Fragmentation des colonnes en noyaux; apparition de nouvelles substances grises; formation des plexus choroïdiens; nerfs crâniens - Chez les différents Vertébrés
<p>4. Anatomie comparée de l'appareil digestif (2h)</p> <p>4.1. Organisation générale</p> <p>4.2. Evolution de la bouche et du pharynx :</p>	<ul style="list-style-type: none"> - illustre le même plan d'organisation avec des spécialisations régionales en relation avec l'évolution et les régimes alimentaires - tube ouvert aux deux extrémités, à triple paroi, dont la paroi interne ou muqueuse, présente des spécialisations régionales (dents et glandes buccales, pharynx et ses dérivés, œsophage, estomac, intestin, glandes muqueuses et indépendantes). - branchies ou dérivés pharyngiens (thyroïde, parathyroïdes, thymus, poumons).
<p>5. Anatomie comparée de l'appareil respiratoire (2h)</p> <p>5.1. Organisation générale et rôle de l'appareil respiratoire</p> <p>5.2. Différents modes respiratoires chez les Vertébrés</p> <p>5.3. Respiration de type branchial</p> <p>5.3.1. Branchies définitives internes</p> <p>5.3.1.1. Origine</p> <p>5.3.1.2. Différents types</p>	<ul style="list-style-type: none"> - est en relation avec le mode respiratoire aquatique respectant les arcs branchiaux, ou terrestre avec l'apparition des poumons et leur performance de plus en plus importante - interface de diffusion entre un milieu externe et le compartiment interne, augmentation de l'efficacité respiratoire par les ramifications, mouvement respiratoire musculaire par jeu de pression - structure des branchies pharyngiennes des Poissons

<p>5.4. Respiration de type pulmonaire 5.4.1. Origine et évolution 5.4.2. Différents types</p> <p>6. Anatomie comparée de l'appareil circulatoire (2h) 6.1. Rôle et évolution dans le monde animal 6.2. Le cœur 6.2.1. Origine embryonnaire 6.2.2. Evolution de la circulation et du cœur 6.2.2.1. Le cœur et le système artériel embryonnaires 6.2.2.2. Le cœur et le système artériel des poissons adultes et des larves d'Amphibiens 6.2.2.3. Le cœur et le système artériel des adultes d'Amphibiens 6.2.2.4. Le cœur et le système artériel des Reptiles adultes 6.2.2.5. Le cœur et le système artériel des oiseaux 6.2.2.6. Le cœur et le système artériel des Mammifères</p> <p>7. Anatomie de l'appareil urinaire (1h) 7.1. Organisation générale de l'holonéphros hypothétique et son conduit urinaire (le canal de Wolff) 7.2. Le rein des Anamniotes et son conduit 7.3. Le rein des Amniotes et apparition des uretères secondaires</p> <p>8. Anatomie comparée de l'appareil génital (1h) 8.1. La pro-gonade somatique et sa sexualisation, la sexualisation des cellules germinales 8.2. Les conduits génitaux et leur évolution semblable chez les femelles et différentes chez les mâles entre les amniotes et les anamniotes 8.3. Cas particuliers des Actinoptérygiens : absence de canaux de Müller. Canaux de Wolff strictement urinaires</p>	<p>- évolution structurale : sacculaire, parenchymateux, tubulaire</p> <p>- est un deuxième exemple important expliquant les relations de parentés entre les Vertébrés particulièrement par l'évolution du cloisonnement cardiaque et la spécialisation du système artériel. - cœur d'où sort le système artériel et qui reçoit le système veineux - évolution du cloisonnement cardiaque, évolution de la spécialisation artérielle.</p> <p>- illustre le même plan d'organisation avec des spécialisations particulières entre anamniotes et amniotes</p> <p>- illustre le même plan d'organisation avec la bipotentialité embryonnaire des pro-gonades en territoire mâle et femelle, des conduits en conduit de Wolff mâle et de Müller femelle ; et leur évolution différente selon des facteurs épigénétiques et/ou génétiques (cours Reproduction).</p>
---	--

TRAVAUX PRATIQUES (9h)

L'objectif principal de ces travaux pratiques est de faire assimiler aux étudiants les particularités morphologique et anatomiques des Vertébrés (Chondrichthyens, Actinoptérygiens, Oiseaux et Mammifères)

1^{ère} séance : Etude comparée de la morphologie et de l'anatomie de deux poissons : un Chondrichthyen (roussette) et un Actinoptérygien (Mugil) et étude du système artériel du Mugil

2^{ème} séance : Morphologie, Anatomie et système artériel d'un Amphibien (grenouille)

3^{ème} séance : Etude comparée de la morphologie, l'anatomie et le système artériel d'un Oiseau et d'un Mammifère (poussin et rat)

Durant ces séances, les étudiants sont appelés à bien observer les exemples d'espèces de ces différents groupes, de les disséquer afin de bien observer les appareils respiratoire, cardiovasculaire, digestif et urogénital.

La manipulation de mise en évidence du système artériel sera faite en démonstration par l'enseignant.

Classe préparatoire BG Première Année

Programme de mathématiques

Table des matières

PREMIER SEMESTRE	2
Outils 1 – Vocabulaire de la logique et des ensembles	2
Outils 2 – Nombres	2
Outils 3 – Trigonométrie	3
Outils 4 – Méthodes de calcul	4
Outils 5 – Vocabulaire des applications	5
Outils 6 – Dénombrement	5
Analyse 1 – Suites usuelles	6
Analyse 2 – Fonctions usuelles	6
Analyse 3 – Dérivées et primitives	7
Analyse 4 – Équations différentielles linéaires à coefficients constants	7
Algèbre linéaire 1 – Systèmes linéaires	8
Algèbre linéaire 2 – Matrices et déterminants	8
Géométrie 1	9
Algèbre – Polynômes	10
Statistique 1 – Statistique descriptive	11
Analyse 5 – Suites réelles	12
SECOND SEMESTRE	12
Probabilités 1 – Concepts de base des probabilités	12
Analyse 6 – Limites, continuité	13
Analyse 7 – Dérivation	14
Analyse 8 – Développements limités et études de fonctions	15
Algèbre linéaire 3 – Espaces vectoriels et sous-espaces vectoriels	16
Algèbre linéaire 4 – Applications linéaires et matrices	17
Analyse 9 – Intégration	17
Analyse 10 – Équations différentielles	18
Analyse 11 – Fonctions réelles de deux variables réelles	19
Probabilités 2 – Variables aléatoires finies	19

PREMIER SEMESTRE

Outils 1 – Vocabulaire de la logique et des ensembles

Les notions présentées sont reprises comme outils pour les probabilités et doivent faire l'objet d'un développement très modeste sans abstraction excessive. Les exemples illustrant ces notions seront une première occasion d'introduire des situations probabilistes.

CONTENUS	COMMENTAIRES
a) 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 ».	Le principe de contraposition est rappelé.
b) Vocabulaire des ensembles	
Ensemble, élément, appartenance. Sous-ensemble (ou partie), inclusion. Réunion. Intersection. Complémentaire. Complémentaire d'une union et d'une intersection, distributivité de \cup par rapport à \cap et de \cap par rapport à \cup . Couple, n-uplet. Produit cartésien.	On se limite aux unions et intersections finies . Le complémentaire d'une partie A est noté \bar{A} Un élément de E^p sera appelé une p-liste d'éléments de E.
Quantificateurs universel et existentiel. Négation d'une assertion quantifiée.	Un élément de E^p sera appelé une p-liste d'éléments de E. Ces éléments, présentés dans les classes antérieures, sont repris afin de viser une expression mathématique précise. L'usage des quantificateurs hors des énoncés mathématiques est à proscrire.
	Compétences attendues : employer le langage de la théorie des ensembles pour communiquer avec précision ; traduire un énoncé en langue française en un énoncé symbolique ; maîtriser différentes formes de raisonnement.

Outils2- Nombres

L'objectif de ce chapitre est de consolider et de compléter les acquis des classes antérieures afin que ces outils soient familiers aux étudiants. Les ensembles $\mathbb{N}, \mathbb{Z}, \mathbb{Q}, \mathbb{R}$ et \mathbb{C} sont supposés connus.

CONTENUS	COMMENTAIRES
a) Nombres entiers	
Raisonnement par récurrence	Lorsqu'un raisonnement par récurrence nécessite une hypothèse dite « forte », la formulation de cette hypothèse devra être proposée.
Exposants, racine carrée. Identités remarquables. Manipulation des inégalités.	Il s'agit d'une simple reprise des règles de calcul algébrique sur les inégalités.
Résolutions d'équations et d'inéquations simples.	Il s'agit d'une reprise des types d'équations et inéquations abordées dans les classes antérieures. On admet l'existence de la borne supérieure d'une partie majorée non vide.

b) Nombres réels

Intervalles.	On se limite à une simple description des différents types d'intervalles.
Valeur absolue.	Interprétation de la valeur absolue en termes de distance.
Exposants, racine carrée.	
Identités remarquables.	
Manipulation des inégalités.	Il s'agit d'une simple reprise des règles de calcul algébrique sur les inégalités.
Résolutions d'équations et d'inéquations simples.	Il s'agit d'une reprise des types d'équations et inéquations abordées dans les classes antérieures.
	On admet l'existence de la borne supérieure d'une partie majorée non vide.

c) Nombres complexes

Écriture algébrique d'un nombre complexe. Parties réelle et imaginaire. Propriétés élémentaires de Re et Im.	
Représentation géométrique d'un nombre complexe. Affixe d'un point, d'un vecteur. Interprétation géométrique de la somme de deux complexes.	L'utilisation des nombres complexes pour résoudre des problèmes de géométrie n'est pas un objectif du programme
Conjugué d'un nombre complexe. Interprétation géométrique. Propriétés de la conjugaison.	On fait ressortir l'efficacité du formalisme de la conjugaison (par exemple pour montrer qu'un nombre complexe est réel ou imaginaire pur).
Module d'un nombre complexe. Interprétation géométrique.	Selon le contexte, on choisit la formule, $ z = \sqrt{z\bar{z}}$ ou $ z = \sqrt{a^2 + b^2}$.
Propriétés du module : multiplicativité, inégalité triangulaire. Notation $e^{i\theta}$. Propriétés $ e^{i\theta} = 1, e^{i(\theta+\beta)} = e^{i\alpha} \times e^{i\beta}, e^{i\theta} = e^{-i\theta}, (e^{i\theta})^n = e^{in\theta}$, formules d'Euler.	
Arguments d'un nombre complexe non nul.	On met en évidence quelques choix usuels d'intervalles permettant de définir l'argument.
Écriture exponentielle d'un nombre complexe non nul.	L'équation du second degré à coefficients complexes, les racines $n^{\text{èmes}}$ de l'unité ou d'un nombre complexe quelconque ne sont pas des attendus du programme.
Résolution des équations du second degré à coefficients réels. Somme et produit des racines.	
Définition de e^z pour $z \in \mathbb{C}$.	
Formule $e^{z_1+z_2} = e^{z_1} \times e^{z_2}$.	

Compétences attendues : démontrer par récurrence ; manipuler des égalités et des inégalités ; calculer sur des nombres réels et complexes.

Outils 3 – Trigonométrie

Le but de ce chapitre est surtout la maîtrise des calculs trigonométriques en employant les formules signalées. Les fonctions trigonométriques elles-mêmes seront vues plus loin.

Définition de $\cos(\theta)$, $\sin(\theta)$ et $\tan(\theta)$.	
Périodicité et symétries.	On fait le lien avec les symétries agissant sur le cercle trigonométrique.
Formules de trigonométrie.	Formules découlant des symétries de \cos, \sin et \tan . $\cos^2(\theta) + \sin^2(\theta) = 1$ $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos(\alpha)\cos(\beta) \pm \sin(\alpha)\sin(\beta)$ $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin(\alpha)\cos(\beta) \pm \cos(\alpha)\sin(\beta)$ $\cos(2\theta) = \cos^2(\theta) - \sin^2(\theta) = 2\cos^2(\theta) - 1 = 1 - 2\sin^2(\theta)$ $\sin(2\theta) = 2\sin(\theta)\cos(\theta)$

CONTENUS

Résolution d'équations trigonométriques simples : $\cos(x) = c, \sin(x) = s$ et $\tan(x) = t$. Notations arccos, arcsin, arctan.

Transformation de $a \cos(\theta) + b \sin(\theta)$ en $r \cos(\theta + \varphi)$.

Résolution de $a \cos(\varphi) + b \sin(\varphi) = c$.

Linéarisation de $\cos^p(\theta) \sin^q(\theta)$.

Compétences attendues : employer des formules pour résoudre des équations ou des problèmes faisant intervenir la trigonométrie.

COMMENTAIRES

On introduit les notations arccos, arcsin et arctan en donnant les définitions correspondantes en termes de solutions d'équations dans certains intervalles et en admettant l'existence et l'unicité de ces solutions.

La méthode n'est pas imposée.

Outils 4 – Méthodes de calcul

L'objectif de ce chapitre est de mettre en place quelques principes et exemples de maniement des symboles \sum et \prod , dont les usages sont constants. La présentation des coefficients binomiaux peut être faite dans ce contexte ou bien en lien avec le dénombrement. On travaille dans \mathbb{R} ou dans \mathbb{C} .

CONTENUS

Notation \sum .

Règles de calcul sur le symbole \sum .

Sommes doubles : $\sum_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m} a_{i,j}$ et $\sum_{1 \leq i \leq j \leq n} a_{i,j}$

Notation \prod .

Règles de calcul sur le symbole \prod .

Factorielle, notation $n!$.

Somme de termes consécutifs d'une progression géométrique : $\sum_{0 \leq k \leq n} = \frac{1-q^{n+1}}{1-q}$.

Sommes des n premiers entiers et des n premiers carrés.

Coefficients binomiaux.

Triangle de Pascal.

Formule du binôme.

COMMENTAIRES

Par convention, une somme ayant un ensemble d'indices vide est nulle.

Linéarité, changements d'indices (translations et symétries), télescopages.

Les attendus du programme se limitent au maniement de ces symboles conduisant à les mettre sous la forme de deux sommes simples successives

Par convention, un produit ayant un ensemble d'indices vide vaut 1.

On se contente de mettre en valeur la multiplicativité du symbole \prod .

La raison q est dans $\mathbb{C} \setminus \{1\}$.

On adopte la définition suivante :
$$C_n^k = \binom{n}{k} = \begin{cases} \frac{n!}{k!(n-k)!} & \text{si } 0 \leq k \leq n \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

On met en valeur les formules :
$$\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k}, \binom{n}{k} = \frac{n}{k} \binom{n-1}{k-1},$$
$$\binom{n}{k-1} + \binom{n}{k} = \binom{n+1}{k}$$

Compétences attendues : calculer efficacement avec des symboles de sommes et produits ; transformer des expressions contenant des coefficients binomiaux

Outils 5 – Vocabulaire des applications

On évite ici tout excès de formalisme et on illustre les notions présentées par des exemples issus de fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} . Ces notions ne pourront constituer le thème principal d'aucune question d'écrit.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Application d'un ensemble de départ dans un ensemble d'arrivée.	On introduit l'exemple des fonctions indicatrices.
Image directe d'une partie de l'ensemble de départ.	La notion d'image réciproque d'une partie de l'ensemble d'arrivée n'est pas un attendu du programme.
Composition.	On étudie quelques exemples fournis par des fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} que l'on compose de diverses manières.
Injection, surjection, bijection, application réciproque.	On fait remarquer que, dans le cadre des fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} , une bijection et sa réciproque ont des graphes symétriques l'un de l'autre par rapport à la première bissectrice.
Composée de deux bijections, réciproque de la composée.	

Compétences attendues : démontrer qu'une application est injective ou surjective.

Outils 6 – Dénombrement

Le but de ce chapitre est de mettre en place un vocabulaire efficace pour décrire (ou modéliser) et analyser les problèmes combinatoires, ainsi que quelques résultats fondamentaux associés. Les résultats de ce chapitre seront justifiés intuitivement, sans recours à des démonstrations formelles. De façon générale, on évitera tout excès de technicité dans les dénombrements. Tous les ensembles considérés dans ce chapitre sont finis. Dans les définitions qui suivent, on suppose que $\text{card}(E)=n$.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Cardinal, notation $\text{card}(E)$.	On définit le cardinal grâce à la notion intuitive de nombre d'éléments.
Deux ensembles finis E et F ont le même cardinal si, et seulement si, il existe une bijection entre E et F .	
Cardinal d'une union disjointe. Formule $\text{card}(A \cup B) = \text{card}A + \text{card}B - \text{card}(A \cap B)$.	
Cardinal d'un produit cartésien.	
Un élément de E^p est appelée une p -liste de E . Il y a n^p p -listes de E .	C' est le nombre de façons de choisir successivement p objets parmi n , avec d'éventuelles répétitions.
Une p -liste est dite sans répétition lorsque ses éléments sont distincts deux à deux. Il y a $n(n-1)\dots(n-p+1)$ p -listes sans répétition de E .	C' est le nombre de façons de choisir successivement p objets parmi n , sans répétition.
Une liste de E contenant exactement une fois chaque élément de E est appelée une permutation de E .	
Il y a $n!$ permutations de E .	C' est le nombre de façons de choisir successivement tous les objets d'un ensemble, sans répétition.
Si $p \leq n$, une p -combinaison de E est une partie de E à p éléments.	C' est le nombre de façons de choisir simultanément p objets parmi n . On peut sur cette base réinterpréter la formule du binôme.
Il y a $\binom{n}{p}$ p -combinaisons de E .	
Cardinal de l'ensemble des parties de E .	

Compétences attendues : modéliser une situation combinatoire au moyen d'un vocabulaire précis ; mener un calcul de dénombrement.

Analyse 1 – Suites usuelles

Le but de ce chapitre est d'étendre un peu l'ensemble des suites « connues » et de développer les aptitudes au calcul sur ces suites ; le point de vue est ici algébrique. On ne travaille ici qu'avec des suites réelles.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Somme, produit, quotient de suites réelles. Suites arithmétiques, suites géométriques. Suites arithmético-géométriques. Suites vérifiant une relation du type $u_{n+2} = au_{n+1} + bu_n$.	Pour ces deux situations, l'attendu se limite à la maîtrise d'une méthode de calcul du $n^{\text{ème}}$ terme.

Compétences attendues : obtenir une expression pour le terme d'ordre n d'une suite arithmétique, géométrique ou arithmético-géométrique.

Analyse 2 – Fonctions usuelles

Le but de ce chapitre est de consolider et d'enrichir modérément le registre des fonctions usuelles. Pour chaque fonction, la maîtrise attendue concerne la définition, les principales propriétés, la formule de dérivation (avec son domaine de validité) et la courbe représentative.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Parité, périodicité. Fonctions majorées, minorées, bornées. Monotonie. Opérations algébriques.	On se contente de donner ou de rappeler les définitions dans le cadre des fonctions réelles de la variable réelle.
Fonctions puissances d'exposant entier (dans \mathbb{Z}), polynômes. Fonction racine carrée. Fonctions exponentielle et logarithme népérien (\ln).	Pour ces diverses fonctions, les courbes représentatives sont mises en valeur comme des outils fondamentaux pour la modélisation, la reconnaissance des formes graphiques etc. On généralise les propriétés évoquées dans Outils 2.
Notation a^b . Fonctions exponentielles : $x \mapsto a^x$ avec $a \in \mathbb{R}_+^*$. Fonction logarithme décimal (\log).	Les logarithmes dans une base différente de e et 10 sont hors-programme. Les fonctions hyperboliques sont hors programme. $x \mapsto x^\alpha$ est définie sur \mathbb{R}_+^* . Formule $\tan' = 1 + \tan^2 = \frac{1}{\cos^2}$.
Fonctions puissances : $x \mapsto x^\alpha$ avec $\alpha \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Z}$ Fonctions circulaires : \sin , \cos et \tan . Fonctions partie entière $[\cdot]$ et valeur absolue $ \cdot $.	

Compétences attendues : employer les fonctions usuelles ; reconnaître, distinguer et employer les graphes des fonctions usuelles.

Analyse 3 – Dérivées et primitives

Le but de ce chapitre est de consolider et de compléter la maîtrise des règles de dérivation et de quelques techniques de primitivation, en vue des applications physiques et aux équations différentielles.

CONTENUS	COMMENTAIRES
a) Dérivées	
Calculs des dérivées : sommes, produits, quotients.	Révision des règles correspondantes. Les dérivées des fonctions usuelles doivent être connues.
Dérivation d'une fonction composée.	On insiste sur le fait qu'une composée de fonctions dérivables est dérivable.
Dérivées partielles d'une fonction de deux variables.	On introduit les notations $\frac{\partial}{\partial x}$ et $\frac{\partial}{\partial y}$
b) Primitives	
Primitives usuelles et calculs simples de primitives.	Révision de ce qui a été présenté en secondaire (notamment : primitives de $u' e^u, u' u^n, \frac{u'}{u}, \frac{u'}{\sqrt{u}}, u' \sin(u), u' \cos(u)$).
Primitivation par parties.	On met en valeur $x \mapsto x \ln(x) - x$ comme primitive de \ln .

Compétences attendues : dériver une expression par rapport à une variable figurant dans cette expression ; calculer une primitive simple.

Analyse 4 – Équations différentielles linéaires à coefficients constants

L'objectif de ce chapitre est de mettre en place assez tôt la problématique des équations différentielles, en vue des usages qui en sont faits en physique, chimie, biologie.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Résolution de $y' + ay = b$ où a et b sont des constantes réelles.	On peut montrer des exemples tirés de la cinétique chimique.
Résolution de $y'' + ay' + b = c$ où a, b et c sont des constantes réelles.	On traite en exemple l'équation de l'oscillateur harmonique $y'' + \omega^2 y = 0$; les solutions sont présentées sous diverses formes.
Principe de superposition.	Il s'agit de mettre en évidence la linéarité des « sorties » (la fonction y) par rapport aux « entrées » (ici, la constante c).

Algèbre linéaire 1 – Systèmes linéaires

Le premier contact avec l'algèbre linéaire est de nature algorithmique. Il est envisageable de programmer l'algorithme du pivot à condition de rester dans un cas très simple. On travaille dans $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C} .

CONTENUS

COMMENTAIRES

Systèmes d'équations linéaires.
Systèmes linéaires équivalents.
Opérations élémentaires.

Les opérations élémentaires sont : multiplier une équation par un scalaire non nul, ajouter à une équation une combinaison linéaire des autres.

Réduction d'un système linéaire par la méthode du pivot de Gauss.

On se limite à la mise en pratique de la méthode ; l'écriture formelle d'un algorithme de réduction n'est pas un attendu du programme.

Rang d'un système : c'est son nombre de pivots après réduction.

On admet que ce nombre est indépendant du choix des pivots.

Résolution : un système linéaire a zéro, une seule ou une infinité de solutions. Dans ce dernier cas, on exprime toutes les inconnues en fonction de certaines d'entre elles.

On fait le lien avec les problèmes d'intersection de droites et de plans (dans le plan ou dans l'espace).

Compétences attendues : mettre en place une recherche de pivots sur un système linéaire ; mener une démarche de résolution d'un système linéaire ; discuter de l'existence des solutions d'un système linéaire.

Algèbre linéaire 2 – Matrices et déterminants

Le but de ce chapitre est de mettre en place le calcul sur les matrices avec ses analogies et différences vis-à-vis du calcul sur les nombres réels et complexes. La mise en pratique de ce calcul peut nécessiter l'usage de moyens spécifiques (calculatrice, ordinateur). On travaille dans $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C} .

CONTENUS

COMMENTAIRES

Matrices

Matrices : définition, vocabulaire. Matrice nulle.
Matrices carrées, matrices lignes, colonnes.
Matrices triangulaires, diagonales. Matrice identité.
Opérations sur les matrices : somme, produit par un scalaire, produit matriciel.
Propriétés de ces opérations.

Produit de matrices diagonales. Puissance n^{eme} d'une matrice diagonale.

On peut remarquer que la formule du binôme est applicable dans le cas de matrices qui commutent.

Transposée d'une matrice.
Transposée d'une somme, d'un produit de matrices.
Matrices carrées symétriques.
Écriture matricielle d'un système linéaire.
Rang d'une matrice.

On adapte la méthode du pivot qui devient un algorithme opérant sur les lignes ou les colonnes d'une matrice. Le rang d'une matrice est alors défini comme le nombre de pivots. On admet que le rang d'une matrice et de sa transposée sont les mêmes.

Matrices carrées inversibles, matrice inverse, inverse d'un produit, inverse de la transposée d'une matrice carrée inversible. Recherche pratique de l'inverse d'une matrice.

L'inversion peut se ramener à la résolution de systèmes linéaires. La description d'un algorithme d'inversion de matrices n'est pas un attendu du programme. Inversibilité d'une matrice carrée 2×2 et expression de la matrice inverse lorsqu'elle existe.

Déterminant

CONTENUS

COMMENTAIRES

Déterminant d'une matrice carrée d'ordre 2 ou 3.

Propriétés de déterminant :

- Effet des opérations élémentaires sur les lignes (ou les colonnes)
- Déterminant de la matrice transposée
- Déterminant du produit de deux matrices.

Déterminant d'ordre n

Extension de la définition et des propriétés du déterminant d'ordre n , au cas où n entier naturel non nul.

Déterminant d'une matrice triangulaire

Caractérisation des matrices inversibles

Résultat admis

Expression de l'inverse d'une matrice carrée d'ordre 2 lorsqu'il existe.

Exemples de capacités : traduire un problème linéaire sous forme matricielle ; mener un calcul faisant intervenir des matrices ; utiliser le rang pour décider de l'existence de solutions d'un problème linéaire ; calculer une matrice inverse dans un cas simple.

Géométrie 1

Ce chapitre sert de support intuitif et de terrain d'application à l'algèbre linéaire, mais aussi en vue d'applications aux sciences physiques et à la géologie. Au cours d'une épreuve de mathématiques, la géométrie ne pourra servir que comme outil d'application pour l'algèbre linéaire. On se place dans le plan et l'espace géométriques usuels munis d'un repère orthonormal.

CONTENUS

COMMENTAIRES

a) Produit scalaire dans le plan ou dans l'espace

Ce paragraphe vise une consolidation des acquis.

Vecteurs du plan et de l'espace, colinéarité.

Par représentation sous forme de couples ou de triplets de coordonnées, les vecteurs apparaissent comme éléments de \mathbb{R}^2 ou \mathbb{R}^3 .

Déterminant de deux vecteurs dans le plan, condition de colinéarité.

On fait le lien avec le déterminant d'une matrice carrée d'ordre 2.

Produit scalaire de deux vecteurs du plan ou de l'espace. Orthogonalité. Interprétation du produit scalaire en termes de projection orthogonale.

Le produit scalaire est calculé à partir des coordonnées et relié à la norme. On rappelle la définition de la projection orthogonale d'un vecteur sur une droite ou sur un plan.

b) 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.

c) Droites et plans dans l'espace

Vecteur directeur d'une droite. Représentation paramétrique d'une droite.

Base d'un plan. Représentation paramétrique d'un plan.

Vecteur normal à un plan.

Les sphères ne sont pas un attendu du programme.

Équation cartésienne d'un plan obtenue à l'aide d'un vecteur normal.

d) Barycentres

Définition du barycentre de n points du plan ou de l'espace affectés de coefficients. Coordonnées du barycentre.

La notion de barycentre est principalement introduite pour éclairer diverses notions comme centre de masse (ou d'inertie) en mécanique, le centre de pression en hydrostatique et le point moyen en statistique descriptive.

Compétences attendues : modéliser un problème de nature géométrique au moyen d'équations ; représenter une configuration.

Algèbre – Polynômes

Les polynômes sont introduits à la fois comme outils de modélisation de phénomènes complexes et comme un domaine permettant un calcul de nature algébrique. Les applications polynomiales sont plus simplement appelées polynômes. Les notions de polynôme en tant qu'objet formel et de fraction rationnelle sont hors-programme.

CONTENUS

COMMENTAIRES

Monômes, degré. Polynômes à coefficients réels ou complexes.

Opérations sur les polynômes (somme, produit).

On fait apparaître les polynômes comme sommes de monômes.

On constate que ces opérations (sur les fonctions) fournissent des polynômes.

Une combinaison linéaire de monômes de degrés distincts ne peut être nulle que si tous les coefficients sont nuls.

Degré.

Coefficients d'un polynôme.

On convient que le polynôme nul est de degré $-\infty$

On montre que deux polynômes sont égaux si, et seulement si, ils ont les mêmes coefficients.

Polynôme dérivé.

Pour les polynômes à coefficients complexes, le polynôme dérivé est défini à partir des coefficients.

Degré d'une somme, d'un produit, d'une dérivée de polynômes.

Racines d'un polynôme.

Les racines des polynômes du second degré à coefficients réels ont été étudiées dans Outils 2.

La division euclidienne est hors-programme.

Un polynôme P est factorisable par $X - a$ si, et seulement si, a est une racine de P .

Généralisation à plusieurs racines distinctes.

Un polynôme P est factorisable par $(X - a)^k$ si, et seulement si, on a $P^{(j)}(a) = 0$ pour $j \in \{0, 1, \dots, k - 1\}$.

Ordre de multiplicité d'une racine.

Le nombre de racines distinctes ne dépasse pas le degré.

On met en évidence, à partir d'exemples, les notions de racine simple, racine multiple, racine double. La formule de Taylor est hors-programme.

Ce résultat est admis.

Théorème de d'Alembert–Gauss : Tout polynôme à coefficients complexes de degré n peut s'écrire $a_n(X - x_1) \cdots (X - x_n)$, les x_i n'étant pas nécessairement deux à deux distincts.

Tout polynôme de degré $n \in \mathbb{N}$ admet exactement n racines complexes comptées avec leurs ordres de multiplicité.

Ce résultat est admis.

Un polynôme de degré inférieur ou égal à n ayant au moins $(n + 1)$ racines, comptées avec leurs ordres de multiplicité, est nul.

En particulier, tout polynôme ayant une infinité de racines est nul.

Compétences attendues : calculer sur des polynômes ; factoriser un polynôme.

Statistique 1 – Statistique descriptive

La plupart des notions étudiées dans ce chapitre ont été présentées dans les classes antérieures. Il s'agit d'abord de préciser le vocabulaire et de rappeler quelques techniques élémentaires de description statistique.

⇒ Un choix d'exemples, inspirés de situations rencontrées en biologie, géologie, physique ou chimie, permettra de montrer l'intérêt et les limites des résumés statistiques introduits, avant de pouvoir aborder la question du lien éventuel entre deux caractères d'une même population.

CONTENUS

COMMENTAIRES

a) Statistique univariée

Série statistique de taille n portant sur un caractère x .
Distinction entre caractères quantitatifs et qualitatifs.

Un caractère est encore appelé variable ou variable statistique. L'observation se traduit par un n -uplet : (x_1, x_2, \dots, x_n) .

Description d'une série statistique : effectifs, fréquences, fréquences cumulées.

Représentations graphiques.

Diagrammes en bâtons, histogrammes.

Caractéristiques de position (moyenne \bar{x} , médiane, mode).

⇒ On montre, sur des exemples tirés de données réelles, que ces caractéristiques peuvent donner des indications plus ou moins pertinentes.

Caractéristiques de dispersion (variance s_x^2 et écarttype s_x , quartiles, déciles).

b) Statistique bivariée

Série statistique double de taille n portant sur deux caractères quantitatifs x et y . Nuage de points de \mathbb{R}^2 associé.

L'observation se traduit par un n -uplet d'éléments de \mathbb{R}^2 : $((x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n))$

Point moyen (\bar{x}, \bar{y}) du nuage. Caractéristiques d'une série statistique double : covariance s_{xy} , coefficient de corrélation r_{xy} .

Ajustement affine selon la méthode des moindres carrés.
Interprétation géométrique de l'ajustement affine.

L'optimalité de l'ajustement est, à ce stade, admise.

⇒ L'objectif est de mettre en place une méthode largement répandue dans les autres enseignements scientifiques. On présente sur des exemples comment des changements de variables peuvent transformer le nuage de sorte que la droite des moindres carrés soit plus pertinente.

Compétences attendues : décrire une situation statistique au moyen d'indicateurs statistiques ; mettre en place un ajustement affine (ou régression linéaire).

Analyse 5 – Suites réelles

CONTENUS

Suites majorées, minorées, bornées. Suites monotones. Convergence, divergence. Limite infinie. Comparaison de la convergence et de la limite d'une suite (u_n) avec celles des deux suites (u_{2n}) et (u_{2n+1}) .

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.

Suites adjacentes et théorème des suites adjacentes.

Exemples d'étude de suites du type $u_{n+1} = f(u_n)$.

Croissances comparées entre les suites factorielle, puissance $(n^\alpha$ avec $\alpha > 0$), géométriques $(a^n$ avec $a > 1$).

Suites équivalentes, notation $u_n \sim v_n$

L'équivalence est compatible avec la multiplication, la division et l'élévation à une puissance constante.

Utilisation des équivalents pour la recherche de limites.

COMMENTAIRES

La définition d'une limite par (ε, n_0) est présentée, mais aucune technicité ne pourra être exigée en la matière.

Utilisation de cette comparaison pour justifier une divergence. La notion générale de suite extraite est hors programme.

Toute suite réelle monotone admet une limite finie ou infinie.

L'étude numérique (par itération) et graphique sont présentées comme outils d'étude et de formation de conjectures. L'objectif est alors l'étude de la monotonie et de la convergence de telles suites dans les cas simples de fonctions f monotones. Aucun théorème général relatif à ce type de suites n'est exigible des étudiants.

Le développement sur les équivalents doit être modeste et se limiter aux suites dont le terme général ne s'annule pas à partir d'un certain rang.

Compétences attendues : démontrer ou réfuter une convergence de suite ; comparer deux suites asymptotiquement.

SECOND SEMESTRE

Probabilités 1 – Concepts de base des probabilités

Le but de ce chapitre est de reprendre de manière systématique les bases des probabilités finies telles qu'introduites en classes de Seconde et Première et de les compléter avec l'étude du conditionnement abordé en classe Terminale. Ce domaine peut être avantageusement illustré avec une diversité de situations tirées de la génétique.

CONTENUS

COMMENTAIRES

a) Vocabulaire des expériences aléatoires et probabilités

Ensemble des résultats possibles de l'épreuve (univers). Événements. Événement certain, événement impossible. Événements incompatibles. Système complet d'événements.

On se limite au cas où l'algèbre des événements est l'ensemble des parties de Ω .

Un système complet pour v est une famille finie de parties deux à deux disjointes dont la réunion est l'ensemble Ω .

Probabilité.

Propriétés d'une probabilité : $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$, $P(\emptyset) = 0$,

CONTENUS**COMMENTAIRES**

$$P(A) = P(A \cap B) + P(A \cap \bar{B}),$$

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B).$$

Si $\Omega = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ et p_1, p_2, \dots, p_n sont des réels positifs ou nuls de somme 1, il existe une et une seule probabilité P sur Ω telle que $P(x_i) = p_i$ pour tout i

Cas de l'équiprobabilité : probabilité uniforme.

La formule du crible est hors-programme.

Choisir les valeurs des p_i revient à choisir un modèle probabiliste.

b) Étude du conditionnement

Définition de la probabilité conditionnelle.

On utilise l'une ou l'autre des deux notations $P(B|A)$ et $P_A(B)$ pour la « probabilité de B sachant A » (probabilité de B sachant que A est réalisé).

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 $P(B) = \sum_i P(B \cap A_i)$.

Dans le cas où les $P(A_i)$ sont non nuls, interprétation en termes de probabilités conditionnelles. On utilise des représentations telles que arbres, tableaux, diagrammes, etc.

Formule de Bayes.

Indépendance de deux événements, de deux épreuves.

Événements (mutuellement) indépendants, épreuves (mutuellement) indépendantes.

On souligne le lien qui existe entre les hypothèses d'indépendance et les choix faits lors de la modélisation du problème étudié.

La notion générale de probabilité produit n'est pas un attendu du programme.

Compétences attendues : modéliser une expérience aléatoire au moyen d'une probabilité ; calculer la probabilité d'un événement ; élaborer une hypothèse d'indépendance et l'utiliser pour calculer des probabilités.

Analyse 6 – Limites, continuité**CONTENUS****COMMENTAIRES****a) Limites**

Limite d'une fonction en un point. Limite à droite, limite à gauche. Limite en $+\infty$ ou $-\infty$

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.

La définition d'une limite par (ε, α) est présentée, mais les détails techniques ne sont pas un attendu du programme.

Une fonction monotone sur un intervalle ouvert admet une limite finie ou infinie aux bornes de l'intervalle.

b) Comparaison de fonctions

Croissances comparées des fonctions exponentielles, puissances et logarithmes.

CONTENUS**COMMENTAIRES**

Fonctions équivalentes, notation $f \sim g$.

Le développement reste modeste et se limite aux fonctions qui ne s'annulent pas au voisinage du point de référence.

L'équivalence est compatible avec la multiplication, la division et l'élévation à une puissance constante.

Utilisation des équivalents pour la recherche de limites.

c) 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.

Ce résultat est admis.

Théorème des valeurs intermédiaires.

On peut présenter une idée de la démonstration en s'appuyant sur un principe de dichotomie.

d) 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 $f(I)$.

On peut illustrer l'algorithme de dichotomie sur des exemples d'équations de type $f(x) = 0$.

Définition, monotonie et représentation graphique des fonctions $\sqrt[n]{\cdot}$.

La fonction $\sqrt[n]{\cdot}$ est définie et continue sur \mathbb{R} (respectivement sur \mathbb{R}_+) lorsque n est impair (respectivement n est pair).

Définition, monotonie et représentation graphique de la fonction arctan.

Aucune formule n'est à connaître excepté l'imparité de la fonction arctan.

Compétences attendues : calculer une limite de fonction ; comparer deux fonctions asymptotiquement ; résoudre de manière approchée une équation de type $f(x) = 0$.

Analyse 7 – Dérivation**CONTENUS****COMMENTAIRES****a) Dérivée**

Dérivée en un point. Dérivée à gauche, dérivée à droite.

Fonction dérivée. Notations f' et $\frac{df}{dx}$.

Interprétation graphique, équation de la tangente à une courbe d'équation $y = f(x)$.

Révisions des acquis des classes antérieures.

Opérations sur les dérivées : linéarité, produit, quotient, fonction composée.

Dérivation d'une fonction réciproque.

Dérivée de la fonction arctan. Dérivée de la fonction $\sqrt[n]{\cdot}$ (sur \mathbb{R}^* lorsque n est impair et sur \mathbb{R}_+ lorsque n est pair).

b) Théorème de Rolle et conséquences

Théorème de Rolle. Formule des accroissements finis.

L'inégalité des accroissements finis peut être mentionnée mais n'est pas un attendu du programme.

CONTENUS

COMMENTAIRES

Caractérisation des fonctions croissantes (au sens large) par la positivité de leur dérivée. Cas des fonctions constantes.

Cas des fonctions strictement croissantes.

On se contente du résultat suivant : si la dérivée est positive ou nulle sur un intervalle et ne s'annule qu'en un nombre fini de points alors la fonction est strictement croissante sur cet intervalle.

Le théorème sur la limite de la dérivée est hors-programme.

Recherche d'extrémums.

c) Dérivées d'ordre supérieur

Fonctions de classe \mathcal{C}^n , de classe \mathcal{C}^∞ .

Le produit de deux fonctions de classe \mathcal{C}^n est de classe \mathcal{C}^n , la composée de deux fonctions de classe \mathcal{C}^n de même.

La formule de Taylor-Lagrange est hors programme.

La formule de Leibniz est hors programme.

Compétences attendues : étudier les variations d'une fonction de variable réelle et à valeurs réelles.

Analyse 8 – Développement limités et études de fonctions

CONTENUS

COMMENTAIRES

a) Développement limités

Définition de la notation $o(x^n)$ pour désigner des fonctions négligeables devant la fonction $x \mapsto x^n$. pour $n \in \mathbb{Z}$, au voisinage de 0 ou de l'infini.

Définition des développements limités en 0.

Unicité des coefficients d'un développement limité.

Opérations sur les développements limités : somme, produit.

Primitivation d'un développement limité.

Formule de Taylor-Young : existence d'un développement limité à l'ordre n pour une fonction de classe \mathcal{C}^n .

Développements limités usuels au voisinage de 0 : \exp , \cos , \sin , $x \mapsto \frac{1}{1+x}$, $x \mapsto \ln(1+x)$, $x \mapsto (1+x)^\alpha$

On se ramène, aussi souvent que nécessaire, à la limite d'un quotient.

Les problèmes de développement limité en un réel non nul ou en $\pm\infty$ sont ramenés en 0.

L'obtention d'un développement limité pour une fonction composée est présentée et exercée sur des exemples simples.

La formule de Taylor-Young peut être admise.

Les exercices de calcul de développements limités ont pour objet de faciliter l'assimilation des propriétés fondamentales, et ne doivent pas être orientés vers la virtuosité calculatoire.

b) Étude de fonctions et recherche d'asymptotes

Méthodologie d'étude d'une fonction.

Étude des branches infinies : branches paraboliques, recherche de droites asymptotes et 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 \mathcal{C}^1 . au moins sur un intervalle de \mathbb{R} .

La convexité comme l'étude des courbes paramétrées sont hors-programme.

On choisit des exemples mettant en évidence la nécessité de séparer les racines.

⇒ On présente la méthode de Newton comme algorithme d'approximation.

Exemples de capacités : calculer et utiliser des développements limités ; effectuer une recherche d'asymptote ; mener une démarche d'approximation.

Algèbre linéaire 3 – Espaces vectoriels et sous-espaces vectoriels

L'espace vectoriel, comme objet général et abstrait, n'est formellement présenté qu'en seconde année. Ce choix a pour ambition de donner aux étudiants une connaissance et une habitude « pratique » du calcul multidimensionnel qui confèrera à l'introduction de la notion générale d'espace vectoriel un arrière-plan concret. Le but est donc, en première année, de faire maîtriser les concepts fondamentaux sans excès de technicité ni d'abstraction en centrant le travail sur le calcul matriciel et les systèmes linéaires. Le lien avec la géométrie est à faire en chaque occasion propice. On travaille dans $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C} .

a) Structure vectorielle

Description de la structure vectorielle de \mathbb{K}^n , règles de calcul.

Combinaison linéaire d'une famille finie de vecteurs. Sous-espaces vectoriels.

Intersection d'un nombre fini de sous-espaces vectoriels. Sous-espace vectoriel engendré par une famille finie de vecteurs.

Famille génératrice finie d'un sous-espace vectoriel.

Famille libre finie, famille liée finie.

Bases d'un sous-espace vectoriel.

Coordonnées d'un vecteur par rapport à une base.

Base canonique de \mathbb{K}^n .

On fait le lien avec les règles de calcul des vecteurs du plan et de l'espace de la géométrie.

On entend par sous-espace vectoriel un ensemble de vecteurs stable par combinaison linéaire et contenant le vecteur nul.

On utilise la notation $\text{Vect}(\{x_1, x_2, \dots, x_k\})$.

On admet l'existence de bases pour tout sous-espace vectoriel.

Une interprétation matricielle est ici pertinente, amenant à parler de la matrice colonne associée au vecteur, puis de la matrice d'une famille de vecteurs.

b) Dimension

Dimension.

Dans un sous-espace vectoriel de dimension p :

- Toute famille libre a au plus p éléments.
- Une famille libre ayant p éléments est une base.
- De toute famille génératrice on peut extraire une base.
- Toute famille génératrice a au moins p éléments.
- Une famille génératrice ayant p éléments est une base.

Si E et F sont deux sous-espaces vectoriels de \mathbb{K}^n avec $F \subset E$, alors $\dim F \leq \dim E$; et si les deux dimensions sont égales, alors $F = E$.

On admet que toutes les bases d'un sous-espace vectoriel ont même cardinal appelé dimension du sous-espace vectoriel.

Compte tenu des objectifs pédagogiques, la plupart de ces énoncés doivent être admis, mais on peut montrer comment certains de ces résultats peuvent en impliquer d'autres. On complète ces propositions par l'étude du cas particulier des familles orthogonales de deux ou trois vecteurs de l'espace de dimension 2 ou 3. Le théorème de la base incomplète est hors programme.

CONTENUS

Rang d'une famille finie de vecteurs.

COMMENTAIRES

Le rang peut se calculer pratiquement en adaptant la méthode du pivot aux familles finies de vecteurs.

Compétences attendues : choisir une base adéquate pour traduire un problème de manière simple ; calculer un rang ou une dimension. **Note :** la structure d'espace vectoriel peut être observée dans d'autres contextes que celui qui est précisé ici (fonctions, suites et polynômes), ce qui prépare le travail qui sera fait en seconde année.

Algèbre linéaire 4 – Applications linéaires et matrices

On travaille dans $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C} .

CONTENUS

Définition d'une application linéaire de \mathbb{K}^p dans \mathbb{K}^n .
Opérations sur les applications linéaires : addition, multiplication par un scalaire, composition, réciproque.
Propriétés de ces opérations. Noyau, image. Lien avec : f injective, f surjective, f bijective.
Détermination d'une application linéaire par l'image des vecteurs d'une base. Matrice d'une application linéaire dans des bases.
Matrice de la somme de deux applications linéaires, du produit par un scalaire d'une application linéaire, de la composée de deux applications linéaires, de l'application réciproque.
Rang d'une application linéaire.

COMMENTAIRES

On fait le lien entre les différentes notions de rang, vues à propos des systèmes, des familles de vecteurs, des matrices et des applications linéaires.

Compétences attendues : obtenir la matrice d'une application linéaire dans des bases données ; déterminer un noyau ou une image. **Note :** Les différentes parties de ce programme permettent de faire observer la linéarité d'une application dans d'autres contextes que celui qui est envisagé ici.

Analyse 9 – Intégration

CONTENUS

Intégrale d'une fonction continue f sur un segment : F étant une primitive de f sur $[a, b]$, on pose $\int_a^b f(t) dt = F(b) - F(a)$.
Lien avec la notion d'aire pour une fonction continue positive.
Propriétés de l'intégrale : linéarité, relation de Chasles, positivité, encadrement de l'intégrale à partir d'un encadrement de la fonction. Pour $a < b$, majoration $|\int_a^b f(t) dt| \leq \int_a^b |f(t)| dt$.
Si f est continue sur un intervalle I et a un point de I , alors la fonction F définie sur I par : $F(x) = \int_a^x f(t) dt$ est l'unique primitive de f sur I s'annulant en a .
Valeur moyenne d'une fonction continue sur un segment.

COMMENTAIRES

L'existence de primitives pour une fonction continue sur un segment est admise.

Il convient de traiter des exemples de fonction de type : $x \mapsto \int_a^{u(x)} f(t) dt$ et $x \mapsto \int_{u(x)}^{v(x)} f(t) dt$ où u et v sont des fonctions de la variable réelle à valeurs dans I .

La valeur moyenne appartient à l'ensemble des valeurs atteintes par la fonction.

b) Compléments

Sommes de Riemann sur $[a, b]$:

$$\int_a^b f(t) dt = \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{b-a}{n} \sum_{k=1}^n n f(a + k \frac{b-a}{n})$$

Ce résultat est admis.

Intégrale d'une fonction continue par morceaux.

On donne seulement les définitions.

Cas d'une fonction en escalier.

Intégration par parties.

Au cours d'une épreuve, sauf dans les cas simples, la nécessité d'une intégration par parties sera indiquée.

Changement de variables.

Au cours d'une épreuve, sauf dans les cas simples, le changement de variable sera donné.

Compétences attendues : calculer une intégrale au moyen d'une primitive ; encadrer une intégrale.

Analyse 10 – Équations différentielles

Le but de ce chapitre est de développer une familiarité avec une diversité de modèles différentiels utilisés dans les autres enseignements scientifiques, sans verser pour autant dans une technicité hors de propos. Les problèmes de recollement de solutions ne sont pas un attendu du programme.

a) Équations du premier ordre

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.

Pour toute autre équation différentielle une méthode de résolution doit être fournie.

b) Équations du second ordre

Résolution de $y'' + ay' + by = f(t)$ où a et b sont réels et f une fonction continue sur un intervalle, quand la forme d'une solution particulière est donnée.

Lorsque f est de la forme $t \mapsto P(t)e^{mt}$ (m étant un réel et P un polynôme), on proposera de chercher une solution du type $t \mapsto Q(t)e^{mt}$, Q étant un polynôme dont on indiquera le degré. Lorsque f est de la forme $t \mapsto \sin(\omega t)$ ou $t \mapsto \cos(\omega t)$, on proposera de chercher une solution du type $t \mapsto \lambda \sin(\omega t) + \mu \cos(\omega t)$ ou $t \mapsto \lambda t \sin(\omega t) + \mu t \cos(\omega t)$, λ et μ étant à déterminer.

Principe de superposition.

Linéarité des « sorties » (la fonction y) par rapport aux « entrées ».

Exemples de capacités : résoudre (formellement) une équation différentielle linéaire ou à variables séparables ; utiliser un logiciel ou un algorithme pour tracer des solutions approchées.

Analyse 11 – Fonctions réelles de deux variables réelles

Les étudiants sont amenés à manipuler, dans les autres sciences, des fonctions de plusieurs variables. En mathématiques, et dans un but de simplification, on se contente de l'étude de fonctions de deux variables réelles et à valeurs réelles, quitte à faire observer aux étudiants que l'étude de fonctions de trois variables n'est pas foncièrement différente. Les questions de régularité (limites, continuité, classe \mathcal{C}^1) doivent être évoquées avec une grande parcimonie et en se basant sur l'intuition avant tout. Aucune difficulté ne sera soulevée au sujet des domaines de définition des fonctions considérées. Ces notions ne pourront constituer le thème principal d'aucune question d'écrit ou d'oral. On s'appuie sur la présentation des dérivées partielles figurant dans Analyse 3.

CONTENUS

COMMENTAIRES

Fonction de deux variables continue, de classe \mathcal{C}^1 sur un pavé ouvert du plan.

On se contente d'une approche très intuitive de la notion de continuité, pouvant être soutenu par des illustrations graphiques. L'écriture d'une définition formalisée est hors programme.

Surface représentative d'une fonction de deux variables, courbes ou lignes de niveau.

On souligne le lien entre fonctions partielles et certaines sections de cette surface.

\Rightarrow Des illustrations tirées de problèmes de cartographie, thermodynamique ou géologie sont ici pertinentes.

Utilisation des dérivées partielles premières pour évaluer une petite variation de la valeur d'une fonction de classe \mathcal{C}^1 découlant de petites variations sur les variables.

Dérivation d'une expression de la forme $f(x(t), y(t))$, la fonction f étant de classe \mathcal{C}^1 et les fonctions x, y étant dérivables.

Définition du gradient ; calcul dans un repère orthonormal en coordonnées cartésiennes.

Dérivées partielles d'ordre deux, interversion des dérivations.

Le théorème de Schwarz est admis.

Pour une fonction définie sur un pavé ouvert du plan, et admettant des dérivées partielles : les dérivées partielles en un extrémum s'annulent.

Aucune étude du problème réciproque (condition suffisante d'extrémalité) n'est au programme.

On applique ce résultat pour expliquer l'ajustement affine par les moindres carrés.

Compétences attendues : approcher la variation d'une fonction de deux variables au moyen des dérivées partielles ; calculer des dérivées partielles d'ordre deux.

Probabilités 2 – Variables aléatoires finies

En première année on se limite aux variables aléatoires réelles ne prenant qu'un nombre fini de valeurs.

CONTENUS

COMMENTAIRES

a) Variables aléatoires finies

On nomme variable aléatoire sur Ω toute application de Ω 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 $f_X(x) = P(X = x)$.

CONTENUS

La fonction de répartition de X est l'application F_X de \mathbb{R} dans \mathbb{R} associant à tout t réel le nombre $F_X(t) = P(X \leq t)$.

Espérance mathématique $E(X)$ d'une variable aléatoire X . Propriétés. On démontre que l'espérance est positive (si X est positive) et croissante. La linéarité est énoncée mais admise à ce stade.

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.

souscadreb) 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.

COMMENTAIRES

On rappellera les représentations graphiques de ces deux fonctions, respectivement en bâtons et en escaliers. Les étudiants doivent savoir déterminer la loi d'une variable aléatoire à partir de sa fonction de répartition. Les propriétés générales des fonctions de répartition (continuité à droite, limites,...) ne sont pas au programme.

Résultat admis.

On met en valeur la formule $V(aX + b) = a^2V(X)$.

On définit à cette occasion la notion de variable centrée et celle de variable centrée réduite.

Les étudiants doivent savoir reconnaître les situations classiques de modélisation par des lois uniformes, de Bernoulli, hypergéométrique et binomiale. On fait le lien entre la loi de Bernoulli et les variables indicatrices.

La convergence en loi est hors programme.

La formule de la variance d'une variable de loi uniforme ou hypergéométrique n'est pas un attendu du programme

c) Couples de variables aléatoires finies

Couple (X, Y) de deux variables aléatoires finies.

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 $Cov(X, Y)$.

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.

Ce résultat est admis mais peut être utilisé pour justifier la linéarité de l'espérance.

Résultat admis.

d) 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 :

• Si X_1, X_2, \dots, X_n sont indépendantes, toute sousfamille l'est aussi.

• Si $X_1, X_2, \dots, X_n, X_{n+1}, \dots, X_{n+p}$ sont des variables aléatoires indépendantes, alors $u(X_1, X_2, \dots, X_n)$ et $v(X_{n+1}, \dots, X_{n+p})$ sont indépendantes.

• Si X_1, X_2, \dots, X_p sont des variables aléatoires indépendantes, alors $u_1(X_1), u_2(X_2), \dots, u_p(X_p)$ sont indépendantes.

Les résultats sont admis.

CONTENUS

COMMENTAIRES

Variance d'une somme de n variables aléatoires indépendantes.

Loi de la somme de n variables de Bernoulli indépendantes et de même paramètre.

Compétences attendues : modéliser une expérience aléatoire au moyen d'une variable aléatoire ; démontrer que des variables aléatoires sont indépendantes ; calculer une espérance ; calculer une variance.

Programme de physique de BG 1^{ère} année

Répartition horaire par thème:

	Thèmes	Nbre d'heures pour la formation disciplinaire	Nbre d'heures pour la formation expérimentale	Nbre heures TD
Semestre 1	Signaux physiques, bilans et transports	19h	12h	14h
	Optique Géométrique	16h	6h	10h
Semestre 2	Thermodynamique	18h	9h	12h
	Mécanique du point	17h	3h	14h
Total		70h	30h	50h

Nombre de semaines d'enseignements 30 semaines.

Nombre d'heures d'enseignements de cours intégrés : 4h/semaine

Nombre d'heures d'enseignements des travaux pratiques 1h/semaine.

Formation Disciplinaire

Capacités exigibles

Partie 1 : Signaux physiques, bilans et transports

I- Signaux physiques, bilans et transports :

les phénomènes de transport déterminent l'évolution temporelle et spatiale de grandeurs physiques Cet enseignement a pour but d'initier les étudiants aux concepts très généraux décrivant des systèmes en interaction avec le monde extérieur, par échange ou transport, en évitant tout développement théorique excessif. Il apparaît alors qualitativement que les grandeurs physiques ou signaux dépendent de variables de temps et/ou d'espace, et l'illustration en est donnée dans la continuité du programme de terminale. L'approche transversale des phénomènes de transport vise à mettre en évidence des analogies et à dégager les notions communes de flux, de différence de potentiel, de stock et de résistance. L'étude de circuits électriques simples sert de support, facilement mis en œuvre expérimentalement, à l'illustration de ces notions. Les exemples traités se rapportent aux circuits en régime continu et au régime transitoire du premier ordre, dont le circuit RC constitue le modèle. Des notions de base sur la mesure électrique et sur l'oscilloscope sont nécessaires à l'illustration expérimentale du régime transitoire, mais elles ne sont pas destinées à être étudiées pour elles-mêmes ; seuls les modes de fonctionnement usuels de l'oscilloscope sont présentés.

1- Le signal : dépendance temporelle.

Définitions : le signal (Mécanique, Électrique, Thermique...)

Introduire la notion de signal, mettre en évidence la variation spatio-temporelle et savoir faire la différence entre un signal et un bruit.

<p>Représentation et classification des signaux - Représentation temporelle d'un signal - Représentation spectrale d'un signal (notion de la série de Fourier)</p> <p>Exemples de signaux élémentaires</p>	<p>Caractérisation d'un signal périodique (fréquence, Amplitude, valeur efficace...)</p> <p>Extraire une fréquence (spectre de la lumière blanche). Sur un exemple choisi, identifier les régimes permanents, stationnaires et transitoires d'un signal. Introduire la notion d'un temps caractéristique d'un signal. Interpréter le résultat d'une analyse spectrale. Citer sur un exemple expérimental l'existence d'un bruit.</p> <p>Insister sur l'importance d'un signal sinusoïdal à partir de la série de Fourier sans calcul des coefficients de Fourier).</p> <p>Calculer la valeur moyenne d'un signal.</p>
<p>2- Le signal : Analyse spectrale et dépendance spatio-temporelle</p> <p>Superposition de deux signaux sinusoïdaux :</p> <p>Signal dépendant du temps et d'une coordonnée d'espace (dépendance spatiotemporelle)</p> <p>Onde sonore Caractéristiques d'un son ; domaine audible, niveau sonore en décibels.</p>	<p>Produire un signal à partir de la superposition de deux signaux sinusoïdaux dans les deux cas de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Signaux sinusoïdaux de même fréquence. - Signaux sinusoïdaux de fréquence voisine : battements – période de battement. <p>Effectuer une analyse spectrale. .</p> <p>Exemples d'ondes : dépendance spatiotemporelle à partir de l'exemple de l'oscillateur harmonique 1D :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Onde plane progressive sinusoïdale ou harmonique (OPPH) - Caractéristiques d'une onde plane: célérité, double périodicité et vecteur d'onde. <p>Traiter comme exemple d'un signal physique l'onde sonore. Le calcul du gain est hors programme.</p> <p>Approche documentaire : Analyse spectrale d'un son.</p>
<p>3- Bilan et transport macroscopique</p>	

<p>Notion de système</p> <ul style="list-style-type: none"> - Echanges que peut subir un système - Surface et volume de contrôle - Grandeur extensive, grandeur intensive <p>Notion de flux d'une grandeur extensive (ou débit)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flux de matière - Flux de charges ou intensité électrique - Flux d'énergie ou puissance - Régime stationnaire. <p>Bilan au sein d'un système siège d'un transport.</p>	<p>Délimiter un système. Reconnaître un système isolé, fermé, ouvert. Définir l'intensité du courant électrique comme débit de charges.</p> <p>Relier un flux de charge, de chaleur, de matière à une différence, respectivement, de potentiel électrique, de température... Interpréter le sens du transport.</p> <p>Établir un bilan macroscopique. Equation de bilan au sein d'un système. Exemple: loi des nœuds</p>
<p>4- Résistances aux transports</p> <p>Analyse des causes des transports</p>	<p>Reconnaître les origines des phénomènes de transport : inhomogénéité d'un potentiel. Dans le cas des transferts conductifs (ou diffusifs) linéaire introduire la notion de résistance. Application à Associations de résistances en série, en parallèle. Remplacer une association série ou parallèle de plusieurs résistances par une résistance équivalente.</p>
<p>5 : Circuits dans l'approximation des régimes quasi stationnaires</p> <p>Les bases de l'électrocinétique en régime stationnaire</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'intensité du courant - Différence de potentiel : tension <p>Dipôles</p>	<p>Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.</p> <p>Introduire la notion de la caractéristique électrique $I(V)$ d'un dipôle. Classer les dipôles en différents types: Dipôles passifs, actifs, linéaire. Déterminer les résistances ohmiques d'un dipôle. Retrouver la caractéristique d'un dipôle équivalent à partir des associations série et parallèle. Générateurs idéaux.</p>

<p>Réseaux électriques :</p>	<p>Générateurs de Thévenin et de Norton : Associations de conducteurs ohmiques, de générateurs idéaux de tension, de générateurs idéaux de courant et association mixtes de générateurs. Appliquer les lois de Kirchhoff. Reconnaître un diviseur de tension ou de courant dans un montage.* Enoncé le Théorème de Millman.</p>
<p>6- Régimes transitoires du premier ordre</p> <p>Méthode générale de résolution d'une équation différentielle linéaire du premier ordre.</p> <p>Régime transitoire et régime permanent en électrocinétique : Comportement d'un condensateur</p> <p>Aspects énergétiques</p>	<p>Présenter le condensateur et ces propriétés particulières. Relier la tension, la charge, et l'intensité pour un condensateur. Interpréter la continuité de la tension aux bornes du condensateur. Analyser le comportement d'un condensateur en régime permanent. Etablir l'équation différentielle de la réponse d'un circuit RC à un échelon de tension et la résoudre. Réaliser un montage permettant de visualiser à l'oscilloscope la charge et la décharge d'un condensateur</p> <p>Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur. Maîtriser l'analogie entre le bilan d'énergie dans un circuit RC et un bilan particulière ou thermique en régime transitoire.</p>
<p>Partie 2 : Optique géométrique.</p>	
<p><u>II- Optique géométrique</u> L'enseignement d'optique géométrique vise à sensibiliser les élèves aux principes fondamentaux de la propagation de la lumière, en vue de reconnaître les phénomènes lumineux et de comprendre le fonctionnement des instruments d'optique utilisés dans la vie courante et en biologie. Cet enseignement est fortement adossé à la pratique expérimentale qui repose sur l'utilisation de nombreux dispositifs.</p>	
<p>1 : Lois de Descartes.</p>	

<p>Introduction : Rappels sur la nature de la lumière</p> <p>Propagation de la lumière dans un milieu matériel</p> <p>Les sources de lumière.</p> <p>Les lois de Snell-Descartes.</p> <p>Notion d'objet et d'image, Stigmatisme et aplanétisme.</p> <p>Systèmes à faces planes:</p>	<p>Introduire la notion de propagation rectiligne dans un MHTI. Relier l'indice optique et la vitesse de propagation dans le milieu. Utiliser le principe du retour inverse de la lumière.</p> <p>Définir une source primaire ou secondaire. Définir une source ponctuelle ou étendue.</p> <p>Enoncer les lois de la réflexion et de la réfraction. Etudier la réflexion totale et déterminer l'angle limite. Etablir la condition de réflexion totale.</p> <p>Définir le stigmatisme et l'aplanétisme. Les étudier dans les approximations de Gauss.</p> <p>Etudier quelques systèmes à faces planes comme par exemple le miroir plan le dioptre plan, lames à faces parallèles. Construire l'image d'un objet, identifier sa nature réelle ou virtuelle. Etablir les relations de conjugaison de ces systèmes. Etude du prisme. Donner la formule de Cauchy.</p>
<p>2 : Lentilles minces dans les conditions de l'approximation de Gauss.</p> <p>Présentation et conditions d'utilisation</p> <p>Propriétés des lentilles sphériques minces</p> <ul style="list-style-type: none"> - Axe optique et centre optique - Foyers principaux - Distances focales – Vergence - Foyers secondaires – Plans focaux <p>Constructions géométriques.</p>	<p>Lentilles minces.</p> <p>Enoncer les conditions de Gauss permettant un stigmatisme approché. Relier un objet et son image (situés à distance finie ou infinie) à l'aide des rayons. Maîtriser les notions d'objet et d'image virtuels.</p> <p>Tracer la marche d'un rayon lumineux quelconque à travers les lentilles minces.</p>

<p>Relation de conjugaison et formule du grandissement transversal de Descartes.</p> <p>Association de lentilles minces.</p>	<p>Construire l'image à partir de la méthode des trois rayons fondamentaux et ceci dans les cas des lentilles convergentes et des lentilles divergentes.</p> <p>Donner la relation de conjugaison pour une lentille mince et établir la formule du grandissement transversal.</p> <p>Etudier les cas de deux lentilles minces accolées et celui de deux lentilles non accolées.</p> <p>Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal pour des systèmes à une ou deux lentilles.</p>
<p>3 : Montages et instruments d'optique.</p> <p>Un instrument d'optique particulier : l'œil Le phénomène d'accommodation</p> <p>Loupe.</p> <p>Microscope.</p>	<p>Décrire l'œil. Modéliser l'œil par une lentille convergente de distance focale variable. Définir le Punctum Remotum et le Punctum Proximum.</p> <p>Présenter quelques défauts de l'œil: comme par exemple: La myopie, l'hypermétropie et la presbytie Déterminer la nature des lentilles de corrections de ces défauts.</p> <p>Présenter la loupe et lier son utilisation avec l'œil.</p> <p>Définir sa puissance intrinsèque, son grossissement et son grossissement commercial.</p> <p>Présenter le microscope comme étant une association de deux lentilles convergente.</p> <p>Définir sa puissance intrinsèque son grossissement et son grossissement commercial.</p> <p>Déterminer sa profondeur de champ et la position de son cercle oculaire.</p>
<p>Partie 3: Thermodynamique:</p>	
<p>III- Thermodynamique: L'enseignement de thermodynamique fait suite à celui consacré aux échanges et aux transports. A partir d'une description des états de la matière et des transformations qu'elle subit, il formalise les échanges d'énergie et contribue à les évaluer. Cet enseignement s'organise en deux parties distinctes. La première, dispensée au premier semestre, est consacrée à la description des états de la</p>	

matière et des paramètres qui la caractérise. La seconde, dispensée au second semestre, propose, d'une part, une présentation plus étoffée du premier principe dont l'introduction à déjà été réalisée en classe de terminale, et d'autre part formalise les notions d'irréversibilité et de réversibilité à l'aide du second principe. Afin de limiter l'utilisation de fonctions de plusieurs variables, les deux principes sont appliqués en première année aux transformations thermodynamiques de phases condensées et aux machines thermiques. C'est l'occasion de réaliser des bilans macroscopiques sur des systèmes modèles. L'objectif est là de dégager le concept de rendement et de sensibiliser l'étudiant à l'impact énergétique d'un dispositif domestique ou industriel.

<p>1- Introduction à la thermodynamique</p> <p>Définition de la thermodynamique.</p> <p>Description d'un système thermodynamique</p> <p>Différents modèles de gaz</p>	<p>Introduire la notion de paramètres d'état. Définir la pression et la température.</p> <p>Introduire l'équation d'état d'un système dans le cas du modèle du gaz parfait. Présenter les limites du modèle du gaz parfait. Etudier l'exemple du modèle de Van der Waals.</p>
<p>2 : Eléments de statique des fluides</p> <p>Equation différentielle fondamentale de la statique des fluides dans le champ de pesanteur.</p> <p>Application aux fluides incompressibles</p> <p>Application aux fluides compressibles</p>	<p>Etablir l'équation différentielle $dP = -\rho g dz$ pour un fluide incompressible.</p> <p>Appliquer cette relation pour : - La mesure de pression. - Application en géologie : principe de l'isostasie.</p> <p>Etudier l'exemple du modèle de l'atmosphère isotherme et celui de la pression d'un système macroscopique gazeux.</p>
<p>3- Equilibre et transformations thermodynamiques d'un système fermé.</p> <p>Notion d'équilibre thermodynamique</p> <p>Transformations d'un système :</p>	<p>Définir un équilibre thermodynamique et conditions de cet équilibre.</p> <p>Définir un état hors équilibre : Introduire la notion de transformation -</p>

	<p>Transformations réversibles et irréversibles.</p> <p>Représenter une transformation dans un diagramme P(V).</p> <p>Appliquer cette représentation à des transformations dans des conditions particulières.</p>
<p>4 : Premier principe de la thermodynamique système fermé.</p> <p>Energie d'un système thermodynamique.</p> <p>Expression générale du premier principe de la Thermodynamique</p> <p>Applications du premier principe</p>	<p>Donner les différentes expressions de la quantité de chaleur élémentaire et la quantité de travail échangée d'un système au cours d'une transformation d'un gaz.</p> <p>Enoncé la première et deuxième loi de joule.</p> <p>Formuler le premier principe en termes d'un bilan d'énergie (travail W et une quantité de chaleur Q).</p> <p>Exprimer l'enthalpie H.</p> <p>Réaliser un bilan à partir d'une expérience de calorimétrie.</p> <p>Appliquer le premier principe de la thermodynamique dans le cas d'un gaz parfait : Etude de quelques transformations usuelles.</p>
<p>5- Second principe de la thermodynamique pour un système fermé.</p> <p>Introduction : insuffisance du premier principe de la thermodynamique.</p> <p>Enoncé du second principe de la thermodynamique.</p> <p>Applications du second principe de la thermodynamique</p>	<p>Interpréter qualitativement l'entropie.</p> <p>Relier la création d'entropie au caractère réversible ou irréversible de la transformation.</p> <p>Relier l'entropie à la température pour une phase condensée.</p> <p>Exprimer et calculer une entropie d'échange et une entropie de création pour une transformation simple.</p>
<p>Machines thermiques.</p>	

<p>Source de chaleur</p> <p>Cycles monothermes</p> <p>Cycles dithermes</p> <p>Application : Cycle de Carnot.</p>	<p>impossibilité de créer une machine fonctionnant avec une seule source de chaleur.</p> <p>Analyser le fonctionnement d'une machine ditherme sur un diagramme (T,S). Donner le sens des échanges énergétiques pour un moteur ou un récepteur thermique ditherme. Cas d'un moteur thermique, machine frigorifique et pompe à chaleur. Retrouver l'inégalité de Clausius, Délimiter sur le diagramme de Raveau les différentes zones de fonctionnement des machines thermiques. Définir un rendement ou une efficacité.</p> <p>Justifier et utiliser le théorème de Carnot. Citer quelques ordres de grandeur des rendements des machines thermiques réelles actuelles. Relier les concepts aux dispositifs d'usage courant.</p>
--	---

Partie 4 : Mécanique du point :

IV- Mécanique:

L'enseignement de mécanique a pour objet de présenter aux élèves les liens qui unissent les notions de force, de mouvement et d'énergie pour le système simple du point matériel. Reposant sur la maîtrise de grandeurs vectorielles dépendantes du temps, l'enseignement se limite à des modélisations simples dont la résolution formelle reste accessible aux étudiants. Les cas plus complexes, modélisant plus finement la réalité, sont abordés par l'utilisation de l'outil numérique et de logiciels d'intégration.

1: Cinématique du point matériel.

Définitions Fondamentales.

Rappels sur le calcul vectoriel.
Produit scalaire, produit vectoriel, différentiel d'un vecteur.
Repères et référentiels.
- Coordonnées cartésiennes.
- Coordonnées cylindrique.
Le système des coordonnées sphériques est hors programme.

Grandeurs de la cinématique

Etablir l'équation de la trajectoire à partir

<p>Nature des forces.</p> <p>Equation générale du mouvement.</p>	<p>Classer les forces suivant deux catégories: Les forces à distance, comme exemple les forces de gravitations, les forces électriques, les forces magnétiques et forces de contact comme exemple les forces de frottements et les forces de Réactions.</p> <p>Choisir un référentiel adapté au problème. Identifier quelques manifestations de ces interactions. Déterminer les équations du mouvement d'un point matériel. L'utilisation de l'outil numérique permettra d'aider à leur résolution dans les cas complexes.</p>
<p>3- Travail et Energie</p> <p>Travail et puissance d'une force</p> <p>Forces conservatives et énergie potentielle.</p> <p>Théorème de l'énergie cinétique</p> <p>Energie mécanique</p> <p>Equilibre d'un point matériel dans un champ de force</p>	<p>Définir le travail élémentaire et la puissance d'une force.</p> <p>Définir une force conservative: elle dérive d'une énergie potentielle: $\vec{F} = -\overrightarrow{grad}E_p$. On note que la notion du $\overrightarrow{rot}\vec{F}$ est hors programme. Distinguer une force conservative d'une force non conservative. Etablir l'expression de l'énergie potentielle connaissant la force (dans le cas unidimensionnel).</p> <p>Définir l'énergie cinétique d'un point matériel. Démontrer et utiliser le théorème de l'énergie cinétique.</p> <p>Définir l'énergie mécanique d'un point matériel. Démontrer le théorème de l'énergie mécanique.</p> <p>Etablir les conditions d'équilibre problème à un degré de liberté. Discuté la stabilité de l'équilibre. Déduire d'un graphe d'énergie potentielle la nature de la trajectoire possible : non bornée, bornée, périodique. Déduire d'un graphe la position et la nature stable ou instable des positions d'équilibre.</p>

Applications :

Établir l'équation du mouvement à partir de l'énergie mécanique.

Reconnaître l'équation d'un oscillateur harmonique non amorti.

Relier la période et la dérivée seconde de l'énergie potentielle à l'équilibre.

*Répartition horaire et programme de Physique pour la 1^{ère} Année préparatoire section
Biologie-Géologie*

Thèmes	Nbre d'heures pour la formation disciplinaire	Nbre d'heures pour la formation expérimentale	Nbre heures TD
Signaux physiques, bilans et transports	20h	12h	14h
Optique Géométrique	15h	6h	10h
Thermodynamique	18h	9h	12h
Mécanique du point	17h	3h	14h
Total	70h	30h	50h

Nombre de semaines d'enseignements 30 semaines.

Nombre d'heures d'enseignements de cours intégrés : 4h/semaine

Recommandations : Les 4 heures d'enseignements sont assurées par un même enseignant et il est souhaitable que les travaux pratiques (1 heure/semaine) soit aussi assuré par l'enseignant du cours.

Formation disciplinaire	Nombre de TD	Nombre heures Cours
Partie 1 : Mesures, unités et incertitudes.		
Partie 1 : Signaux physiques, bilans et transports		
Chapitre 1 : Le signal : dépendance temporelle I- Définitions: 1- Le signal 2- Le Bruit 3- Théorie du signal 4- Traitement du signal 5- Traitement de l'information II- Classification des Signaux 1- Représentation temporelle d'un signal 2- Représentation spectrale d'un signal 3- Classification morphologique III- Quelques signaux élémentaires IV- Grandeurs caractéristiques du signal 1- Rappels sur les signaux alternatifs et périodiques 2- Valeur moyenne et valeur efficace d'un signal périodique 3- Caractéristiques d'un signal alternatif sinusoïdal	1 TD de 2h	2h
Chapitre 2 : Le signal : Analyse spectrale et dépendance spatio-temporelle I- Analyse spectrale d'un signal : 1- Superposition de deux signaux sinusoïdaux	1 TD de 2h	5h

<p>1-1 Signaux sinusoïdaux de même fréquence 1-2 Signaux sinusoïdaux de fréquence voisine : battements 2- Décomposition harmonique : notion de spectre 3- Généralisation : décomposition d'un signal périodique en série de Fourier 4- Intérêt de l'analyse spectrale par rapport à l'observation temporelle II- Signal dépendant du temps et d'une coordonnée d'espace (dépendance spatiotemporelle) 1- Exemples d'ondes : dépendance spatiotemporelle 2- Onde progressive 3- Onde plane 4- Onde plane progressive sinusoïdale ou harmonique (OPPH) - Célérité, double périodicité et vecteur d'onde III- Exemple : Onde sonore 1- Caractéristiques d'un son ; Niveau sonore en dB 2- Approche documentaire : Analyse spectrale d'un son <i>Comme signal physique l'étudiant possède tous les éléments de base pour étudier comme exemple d'OPPH l'onde sonore.</i></p>		
<p>Chapitre 3 : Bilan macroscopique I- Notion de système 1- Définitions 2- Echanges que peut subir un système 3- Surface et volume de contrôle 4- Grandeur extensive, grandeur intensive II- Notion de flux d'une grandeur extensive (ou débit) 1- Définition 2- Flux de matière 3- Flux de charges ou intensité électrique 4- Flux d'énergie ou puissance 5- Régime stationnaire, régime non stationnaire III- Bilan au sein d'un système siège d'un transport. 1- Equation de bilan au sein d'un système 2- Cas particulier d'un régime stationnaire – loi des nœuds</p>	1 TD de 2h	3h
<p>Chapitre 4 : Résistances aux transports Analyse des causes des transports 1- Origine des phénomènes de transport : inhomogénéité d'un potentiel 2- Cas des transferts conductifs (ou diffusifs) linéaire: notion de résistance 3- Associations de résistances en série, en parallèle</p>	1 TD de 2h	2h
<p>Chapitre 5 : Circuits dans l'approximation des régimes quasi stationnaires I- Les bases de l'électrocinétique en régime stationnaire 1- L'intensité du courant 2- Différence de potentiel : tension II- Dipôles linéaires 1- Caractéristique d'un dipôle 2- Court-circuit et coupe-circuit 3- Dipôles passifs : cas du conducteur ohmique 4- Dipôles actifs : 4-1- Générateurs idéaux</p>	2 TD de 2h	6h

<p>4-2- <i>Générateurs de Thévenin et de Norton</i> : Modélisation des générateurs réels ou électromoteurs</p> <p>4-3- Equivalence Thévenin-Norton</p> <p>5- Associations des Dipôles</p> <p>5-1- Associations de conducteurs ohmiques</p> <p>5-2- Associations de générateurs idéaux de tension</p> <p>5-3- Associations de générateurs idéaux de courant</p> <p>5-4- Associations mixtes de générateurs idéaux</p> <p>6- Puissance reçue par un dipôle – Convention récepteur/générateur</p> <p>III- Réseaux électriques :</p> <p>1- lois de Kirchhoff : loi des nœuds loi des mailles</p> <p>2- Diviseur de tension</p> <p>3- Diviseur de courant</p> <p>4- Théorème de <i>Thévenin et de Norton</i></p> <p>5- Théorème de Millman.</p>		
<p>Chapitre 6 : Régimes transitoires du premier ordre</p> <p>I - Méthode générale de résolution d'une équation différentielle linéaire du premier ordre</p> <p>II- Régime transitoire et régime permanent en électrocinétique : Comportement d'un condensateur</p> <p>1- Présentation du dipôle condensateur</p> <p>2- Réponse à un échelon de tension : régime transitoire</p> <p>3- Propriétés particulières du condensateur</p> <p>4- Définitions : régimes transitoire et permanent</p> <p>5- Etablissement de l'équation différentielle et résolution : charge et décharge d'un condensateur</p> <p>6- Notion de constante de temps</p> <p>III- Aspects énergétiques</p> <p>1- Energie emmagasiné par un condensateur</p> <p>2- Bilan énergétique lors de la charge et de la décharge d'un condensateur : stockage et déstockage d'énergie</p> <p>3- Conclusion : analogie avec les transferts particuliers et thermiques</p>	<p>1 TD de 2h</p>	<p>2h</p>
<p>Partie 3 : Optique géométrique.</p>		
<p>Chapitre 1 : Lois de Descartes.</p> <p>Introduction : Rappels sur la nature de la lumière</p> <p>I- Propagation de la lumière dans un milieu matériel</p> <p>1- Interactions avec le milieu</p> <p>2- Vitesse de propagation dans un MHTI : indice optique du milieu</p> <p>3- Propagation rectiligne dans un MHTI</p> <p>4- Notion de rayon lumineux</p> <p>II- Les sources de lumières.</p> <p>1- Source primaire ou secondaire</p> <p>2- Sources ponctuelle ou étendue</p> <p>III- Les lois de Snell-Descartes.</p> <p>1- Lois de la réflexion et de la réfraction</p> <p>2- Notion de réflexion totale angles limites</p> <p>IV- Notion d'objet et d'image, Stigmatisme et aplanétisme.</p> <p>1- Définitions.</p> <p>2- Stigmatisme et aplanétisme</p> <p>3- Approximation de Gauss</p>	<p>2 TD de 2h</p>	<p>6h</p>

<p>V- Systèmes à faces planes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Miroir plan 2- Dioptré plan 3- Lames à faces parallèle 4- Prisme 		
<p>Chapitre 2 : Lentilles minces dans les conditions de l'approximation de Gauss.</p> <p>I- Présentation et conditions d'utilisation</p> <p>II- Propriétés des lentilles sphériques minces</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Axe optique et centre optique 2- Foyers principaux 3- Distances focales – Vergence 4- Foyers secondaires – Plans focaux <p>III- Constructions géométriques.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Tracé d'un rayon lumineux quelconque 2- Construction d'image : méthode – les trois rayons fondamentaux 3- Cas des lentilles convergentes 4- Cas des lentilles divergentes <p>IV- Relation de conjugaison et formule du grandissement transversal de Descartes</p> <p>V- Association de lentilles minces.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Cas de deux lentilles minces accolées. 2- Cas de deux lentilles non accolées 	<p>1 TD de 2h</p>	<p>5h</p>
<p>Chapitre 3 : Montages et instruments d'optique.</p> <p>I- Un instrument d'optique particulier : l'œil</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Description de l'œil 2- Le phénomène d'accommodation 3- Les défauts de l'œil <p>II- Loupe.</p> <p>III- Microscope.</p>	<p>2 TD de 2h</p>	<p>4h</p>
<p>Partie 4: Thermodynamique:</p>		
<p>Chapitre 1: Introduction à la thermodynamique</p> <p>I- Définition de la thermodynamique. Les trois niveaux de description d'un système.</p> <p>II - Description d'un système thermodynamique</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Définitions 2- Grandeurs du système et grandeurs de transfert ou d'échange 3- Types de systèmes 4. Paramètres d'état d'un système <ol style="list-style-type: none"> 4-1- Notion de paramètres d'état 4-2- Définition de la pression. 4-3- Définition de la température 4-4- Equation d'état d'un système <p>III. Différents modèles de gaz</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Modèle du gaz parfait 2- Mélange idéal de gaz parfaits 3- Limites du modèle du gaz parfait 4- Exemple d'une autre modélisation d'un gaz : modèle de Van der Waals 		<p>2h</p>
<p>Chapitre 2 : Eléments de statique des fluides</p>	<p>1TD</p>	<p>2h</p>

<p>I. Equation différentielle fondamentale de la statique des fluides dans le champ de pesanteur.</p> <p>II. Application aux fluides incompressibles</p> <p>1- Equation de la statique des fluides incompressibles 2- Applications : mesures de pression 3- Application en géologie : principe de l'isostasie</p> <p>III. Application aux fluides compressibles</p> <p>1- Exemple du modèle de l'atmosphère isotherme 2- Pression d'un système macroscopique gazeux</p>	2h	
<p>Chapitre 3 : Equilibre et transformations thermodynamiques d'un système fermé.</p> <p>I- Notion d'équilibre thermodynamique</p> <p>1- Définition de l'équilibre thermodynamique et conditions de cet équilibre 2- Equation d'état d'un système à l'équilibre thermodynamique.</p> <p>II- Transformations d'un système :</p> <p>1- Etat hors équilibre : transformation. 2- Transformations réversibles et irréversibles 3- Représentation d'une transformation. 4- Exemples de transformations particulières.</p>	2 TD de 2h	3h
<p>Chapitre 4 : Premier principe de la thermodynamique système fermé.</p> <p>I- Energie d'un système thermodynamique.</p> <p>1- Energie interne 2- Enthalpie 3- Transfert d'énergie mécanique : travail mécanique 4- Transfert d'énergie thermique-Coefficients calorimétriques</p> <p>4-1 - Transfert d'énergie thermique 4-2 - Coefficients calorimétriques 4-2-1 - Capacité calorifique 4-2-2 - Coefficients de dilatation et de compressibilité</p> <p>II- Expression générale du premier principe de la Thermodynamique</p> <p>1- Enoncé du premier principe de la thermodynamique 2- Applications du premier principe</p> <p>2-1- Cas d'un gaz parfait : Coefficients calorimétriques 2-2- Etude de quelques transformations</p>	2 TD de 2h	3h
<p>Chapitre 5 : Second principe de la thermodynamique pour un système fermé.</p> <p>I – Introduction : insuffisance du premier principe de la thermodynamique.</p> <p>II – Enoncé du second principe de la thermodynamique.</p> <p>III – Applications du second principe de la thermodynamique</p>	1 TD de 2h	2h
<p>Chapitre 6 : Machines thermiques.</p> <p>I - Source de chaleur</p> <p>1- Définitions 2 - Inégalité de Clausius</p> <p>II – Cycles monothermes</p> <p>III- Cycles dithermes</p> <p>1 - Moteur thermique 2 - Machine frigorifique et pompe à chaleur</p> <p>IV- Application : Cycle de Carnot.</p>	2TD de 2h	3h

Partie 5 : Mécanique du point :

<p>Chapitre 1: Cinématique du point matériel.</p> <p>I- Définitions Fondamentales.</p> <p>1- Rappels de calcul vectoriel. Produit scalaire, produit vectoriel, différentiel d'un vecteur dépendant d'une ou plusieurs variables et opérateur gradient</p> <p>2- Repères et référentiels.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordonnées cartésiennes - Coordonnées cylindriques - Coordonnées sphériques <p>II- Grandeurs de la cinématique</p> <p>1- Equation horaire</p> <p>2- Trajectoire</p> <p>3- Vitesse.</p> <p>4- Accélération</p> <p>5- L'abscisse curviligne</p> <p>6- Vitesse et accélération dans le système de coordonnées cylindrique</p> <p>7- Trièdre de Serret-Frenet $(\vec{T}, \vec{N}, \vec{B})$:</p> <p>III- Les différents types de mouvement.</p> <p>1- Nature du mouvement.</p> <p>2- Mouvement rectiligne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mouvement rectiligne uniforme - mouvement rectiligne uniformément varié - mouvement sinusoïdal <p>3- Mouvement circulaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse et accélération angulaire : - Mouvements circulaire uniforme: - Mouvements circulaire uniformément varié: <p>IV- Composition des mouvements changement des référentiels :</p> <p>1- Introduction : référentiels absolu et relatif</p> <p>2- Loi de composition des vitesses.</p> <p>3- Loi de composition des accélérations.</p> <p>4- Etude du mouvement d'entraînement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entraînement par translation. - Entraînement par translation circulaire 	<p>2 TD de 2h</p>	<p>6h</p>
<p>Chapitre 2 : Dynamique du point matériel :</p> <p>Introduction</p> <p>I- Les Lois de Newton :</p> <p>1- Première loi de Newton ou principe d'inertie.</p> <p>2- Deuxième loi de Newton ou principe fondamental de la dynamique.</p> <ul style="list-style-type: none"> 2-1- Définitions 2-2- Référentiel Galiléen. 2-3- Enoncé de la deuxième loi de Newton (R.F.D) : <p>3- troisième loi de Newton ou principe de l'action et de la réaction</p> <p>II- Equation générale du mouvement.</p> <p>III- Nature des forces.</p> <p>1- Forces à distance</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les forces de gravitations - Les forces électriques - Les forces magnétiques 	<p>1 TD de 2h</p>	<p>3h</p>

2-Forces de contact - Les forces de frottements. - Les forces de Réactions.		
Chapitre 3 : Travail et Energie I- Travail et puissance d'une force 1- Travail 2- Puissance II- Forces conservatives et énergie potentielle. 1- Energie potentielle 2-Force conservative et énergie potentielle associée III- Théorème de l'énergie cinétique 1- Energie cinétique d'un point matériel 2- Théorème de l'énergie cinétique IV- Energie mécanique 1-Définition 2-Théorème de l'énergie mécanique V- Equilibre d'un point matériel dans un champ de force 1- Condition d'équilibre – problème à un degré de liberté 2- Stabilité de l'équilibre VI. Applications : 1- Oscillateur harmonique. 2- Forces gravitationnelles.	2 TD de 2h	6h

Formation Expérimentale :

Partie II

Activité Expérimentale n°1: Etude d'un signal – mesure de temps et de fréquence et battement.

Activité Expérimentale n°2: Etudes des circuits. Vérification des théorèmes généraux de l'électrocinétique.

Activité Expérimentale n°3: Circuits RC.

Activité Expérimentale n°4 : Etude d'un dipôle thermistance et photorésistance.

Partie III.

Activité Expérimentale n°5: Etude Du prisme.

Activité Expérimentale n°6: Focométrie.

Activité Expérimentale n°7: Œil, loupe et Microscope.

Partie IV

Activité Expérimentale n°8: Calorimétrie

Activité Expérimentale n°9: Transformations d'un gaz parfait.

Partie V

Activité Expérimentale n°10:

*Répartition horaire et programme de Physique pour la 2ème Année préparatoire section
Biologie-Géologie*

Nombre de semaines d'enseignements 26 semaines.

Thème	Nbre d'heures pour la formation disciplinaire	Nbre d'heures pour la formation expérimentale	Nbre heures TD
Thermodynamique	11h	3h	10h
Phénomènes de Transport	14h	6h	6h
Signal et Rayonnement	13h	12h	10h
Mécanique	8h	-	6h
Mécanique des fluides	14h	3h	12h
Total	60h	24h	44h

Nombre d'heures d'enseignements de cours intégrés : 4h/semaine

Recommandations : Les 4 heures d'enseignements sont assurées par un même enseignant et il est souhaitable que les travaux pratiques (1 heure/semaine) soit aussi assuré par l'enseignant du cours.

Formation disciplinaire	Nombre de TD	Nombre heures Cours
Partie 1: Thermodynamique:		
<p>Chapitre 1: Fonctions Thermodynamique, Coefficients Calorimétriques I- Introduction : Rappel des notions de la première année (premier et second principe). II – Fonctions thermodynamiques 1- Fonction énergie libre 2- La fonction enthalpie libre ou fonction de Gibbs 3- Les relations de Helmholtz III- Les coefficients calorimétriques. 1- Définitions. 2- Détermination des coefficients calorimétriques pour un corps homogène 2-1 Relations de Clapeyron 2-2- Relation de Mayer 2-3- Autres relations</p>	1 TD de 2h	3h
<p>Chapitre 2: Les Potentiels thermodynamiques Introduction I – Potentiels thermodynamiques 1- Evolution d'un système mécanique conservatif 2- Evolution thermodynamique d'un système isolé <i>Exemple :</i> Détente de Joule-Guy-Lussac d'un gaz parfait</p>	1 TD de 2h	3h

<p>3- Evolution d'un système à volume et entropie constante 4- Evolution d'un système à pression et entropie constante 5- Evolution d'un système à température et volume constant 6- Evolution d'un système à température et pression constante</p> <p>II- Transformation monotherme 1- Travail maximum récupérable 2- Potentiel thermodynamique F^*</p> <p>III- Transformations monotherme et monobare 1- Travail maximum récupérable 2- Potentiel thermodynamique G^*</p> <p>Approche documentaire : A partir de documents sur la pression osmotique, discuté d'applications, au laboratoire, dans l'industrie ou dans le vivant, de l'influence de la pression sur le potentiel chimique.</p>	2h	
<p>Chapitre 3: Changements d'état d'un corps pur.</p> <p>I- Phénomènes de changement de phases 1- Les différents changements d'états 2- Aspects énergétiques</p> <p>II. Diagramme de phase température – pression 1- Notion de variance 2- Présentation du diagramme de phase pression – température 3- Equilibre solide – liquide : courbe de fusion 4- Equilibre liquide – gaz : courbe de vaporisation – existence d'un point critique 5- Equilibre solide – gaz : courbe de sublimation – existence d'un point triple 6- Lecture du diagramme</p> <p>III. Intervention du paramètre volume : diagramme de Clapeyron volume – pression. 1- Isotherme d'Andrews dans le cas de l'équilibre liquide-vapeur 2- Courbes de rosée et d'ébullition 3- Titre en vapeur massique 4- Théorème des moments : quantité de chaque phase</p> <p>IV- Condition d'équilibre d'un corps pur sous deux phases 1- Enthalpie de changement d'état 2- Entropie de changement d'état</p> <p>V- Calorimétrie</p>	2 TD de 2h	5h
Partie 2: Phénomènes de Transport.		
<p>Chapitre 1: Conduction électrique.</p> <p>I- Rappel sur Flux d'une grandeur extensive. 1- Vecteur densité de courant 2- Flux.</p> <p>II- Conduction électrique et loi d'Ohm locale</p> <p>III. Résistance électrique</p>		2h
<p>Chapitre 2 : Conduction thermique.</p> <p>I- Différents modes de transfert thermique Résistance thermique.</p> <p>II- Loi de Fourier.</p> <p>III- Bilan de transfert de chaleur</p> <p>IV- Exemples d'application 1- Mure plan en régime stationnaire 2- Conduite cylindrique et transport radiale</p>	1 TD de 2h	4h

<p><u>Chapitre 3</u> : Diffusion de matière <i>I- Transferts de masse par convection ou diffusion.</i> <i>II- Loi de Fick.</i> <i>III- Bilan de transport par analogie</i></p>	<p>1 TD de 2h</p>	<p>2h</p>
<p><u>Chapitre 4</u> : Transport de masse et d'énergie par convection-Système ouvert <i>I- Premier principe de la thermodynamique pour un système ouvert.</i> 1- Bilan de masse 2- Bilan d'énergie 3-Travail utile et variation d'enthalpie. <i>II- Applications à quelques machines élémentaires.</i> 1- Compresseur et ou détendeurs 2- échangeurs de chaleur 3- Régime permanent dans une conduite (Bernoulli, détente isenthalpique de joule Thomson) <i>III- Machine Thermique</i></p>	<p>1 TD de 2h</p>	<p>6h</p>
Partie 3 : Signal et rayonnement.		
<p><u>Chapitre I</u> : Dipôles Electriques. <i>I- Conventions de signe</i> <i>II- Caractéristiques d'un dipôle</i> <i>III- Classification des dipôles</i> 1- Dipôles linéaires 2- Dipôles non linéaires <i>IV- Dipôles dans un circuit</i> 1- Droite de charge 2- Point de fonctionnement 3- Résistances d'un dipôle <i>V- Association des dipôles</i> 1- Association en série 2- Association en parallèle</p>	<p>1 TD de 2h</p>	<p>3h</p>
<p><u>Chapitre II</u> : Régimes Variables au cours du temps. <i>I- Oscillateurs libres amortis.</i> <i>II- Régime sinusoïdal forcé.</i> <i>III- Les filtre.</i></p>	<p>2 TD de 2h</p>	<p>4h</p>
<p><u>Chapitre III</u> : Application à la production et l'analyse des signaux. <i>I- Onde progressive sinusoïdale.</i> 1- dans le cas d'une propagation unidimensionnelle linéaire et non dispersive. 1-1- Célérité, 1-2- périodicité spatiale et temporelle. 2- Analyse spectrale d'un rayonnement.. <i>II- Ondes Sonores.</i> 1- Suppression acoustique. 2- Intensité acoustique 3- Effet Doppler 4- Dioptré acoustique ; réflexion et transmission d'une onde acoustique en incidence normale.5- Imagerie par échographie ultrasonore.</p>	<p>2 TD de 2h</p>	<p>6h</p>

Partie 4 : Mécanique.		
Chapitre 1 : Statique des solides. I- Le moment d'une force. 1- Le moment d'une force par rapport à un point. 2- Le moment d'une force par rapport à un axe. II- Conditions d'équilibre d'un solide III- Application	1 TD de 2h	4h
Chapitre 2 : Forces Conservative I- Forces Gravitationnelle II- Energies III- Trajectoires elliptique IV- Mouvement des astres V- Approche Documentaire	1 TD de 2h	2h
Chapitre 3 : Oscillateurs I- Oscillateurs libres II-Oscillateurs forcées	1 TD de 2h	2h
Partie 5 : Mécanique des fluides		
Chapitre 1 : Statique des fluides I- Particule de fluide, échelle mésoscopique II- Densité volumique des forces de pression III- Équation de la statique des fluides IV- Forces pressantes V- Poussée d'Archimède	1 TD de 2h	2h
Chapitre 2 : Tension superficielle, Capillarité I- Notion de tension superficielle II- Loi de Laplace- Application-observations: bulles; force de rappel; extrémité de tube III- Angle de raccordement (trois phases en contact), ménisques IV- Ascension et dépression capillaire (Loi de Jurin) V- Applications sur les phénomènes des tensions superficielles 1- Applications-observations: aiguille; gerris; basilic; flottation; lotus; surfactant pulmonaire 2- Cohésion d'un liquide (montée de la sève dans les grands arbres)	1 TD de 2h	2h
Chapitre 3 : Dynamique des fluides I- Eléments de la cinématique des fluides Trajectoire, champ de vitesse, ligne de courant. II- Bilan Energétique. 1- Bilan d'énergie mécanique dans le cas d'un écoulement monodimensionnel et permanent d'un fluide incompressible. 2- Le travail utile massique dans le cas de l'écoulement d'un fluide parfait. III- Bilan de masse.		2h
Chapitre 4 : Dynamique des fluides Parfait I- Equation de Bernoulli II- Applications 1-Mesure des vitesses : Tube de Pitot 2- Effet Venturi : Trompe à eau sténose	1 TD de 2h	2h
Chapitre 5: Dynamique des fluides visqueux I- Viscosité: phénomène macroscopique i.e. résistance au	2 TD de 2h	4h

<p><i>mouvement, chute, sédimentation, Stokes; valeurs de viscosité; faibles / grandes vitesses</i></p> <p><i>II- Viscosité: phénomène microscopique, Force de viscosité d'un fluide Newtonien</i></p> <p><i>III- Loi de Poiseuille, profil de vitesse</i></p> <p><i>IV- Débit, vitesse moyenne</i></p> <p><i>V- Applications-observations: arrosage; transfusion sanguine,...</i></p> <p><i>VI- Notion de régime turbulent et nombre de Reynolds.</i></p> <p><i>VII- Écoulement dans un milieu poreux. Porosité, Pression effective, Perméabilité, Loi de Darcy.</i></p> <p>Approche documentaire : Illustrer un processus de sédimentation.</p>		
--	--	--

Formation Expérimentale :

Partie I

Activité Expérimentale n°1: Les isothermes d'Andreau.

Partie II

Activité Expérimentale n°2: Etude numérique d'un problème de diffusion.

Activité Expérimentale n°3: Etude optique de la diffusion d'un corps dissout.

Partie III

Activité Expérimentale n°4: Etude électrique d'un dipôle non linéaire (Diode).

Activité Expérimentale n°5: Etude des filtres.

Partie V

Activité Expérimentale n°6: Tension superficielle.

Activité Expérimentale n°7: Vidange d'un réservoir.

Activité Expérimentale n°8: Chute d'une bille dans un milieu visqueux.

Programme de Biochimie du Cycle Préparatoire Biologie - Géologie (BG2)

40 heures de cours (un devoir, un examen et un test écrits)

16 H de Travaux dirigés

12 h de travaux pratiques (des comptes rendus et un examen TP)

Les objectifs de l'enseignement :

Le principal objectif de la biochimie est la compréhension complète au niveau moléculaire de tous les processus chimiques associés aux cellules vivantes. Cet objectif est notamment atteint par l'étude des molécules, par la détermination de leur structure et l'analyse de leur fonctionnement. Cet enseignement doit s'efforcer :

- De mettre en évidence les caractéristiques structurales des composés biochimiques (acide aminé, peptide, protide, glucide, lipide et enzyme) afin de faciliter la compréhension de leur nomenclature, de leur classification et des principes des technologies biochimiques mises en œuvre pour leurs préparation, analyse et études.
- De faire comprendre les transformations chimiques qui se déroulent au sein de la matière vivante, leurs finalités et leurs inter-relations.
- De dégager les principes des technologies biochimiques sur la préparation et l'analyse du matériel biologique et de prolonger ainsi ou de renforcer les connaissances acquises en BG1.

Présentation des programmes :

Le programme est présenté en deux colonnes.

- ✓ La colonne à gauche comprend l'énoncé des objectifs de connaissances et les éléments centraux de chaque chapitre.
- ✓ La colonne à droite comprend plusieurs types d'informations destinées à fixer plus clairement ce que l'on attend comme mémorisation de connaissances (au premier ordre).

Programme	Compétences attendues
<p>I. LES PROTIDES (12H + 6HTD)</p> <p>A. Les acides aminés</p> <p>1. Structure générale</p> <p>2. Classification des acides aminés</p> <p>3. Propriétés physiques des acides aminés</p> <p>a) La stéréochimie des acides aminés</p> <p>b) Absorption dans l'Ultraviolet</p> <p>c) Solubilité et point de fusion des acides aminés</p> <p>4. Propriétés chimiques des acides aminés.</p> <p>a) Les propriétés ioniques des acides aminés</p> <p>b) Réactions dues à la présence du groupement carboxyle et intérêts des réactions</p>	<p>-La classification des acides aminés est basée sur la nature du radical (cyclique ou aliphatique) et sur le degré d'hydrophilie du radical.</p> <p>-Propriétés optiques (loi de Biot et Beer-Lambert), séries D et L.</p> <p>-Définition du point isoélectrique, courbe de titration, calcul de la charge nette d'un acide aminé à différents pH Trois exemples seront étudiés : cas d'un acide aminé neutre, acide aminé acide, acide aminé basique.</p> <p>-Réactions : d'estérification, de transformation en amide, de décarboxylation et phenylhydrazine.</p>

<p>c) Réactions dues à la présence du groupement aminé et intérêts des réactions.</p>	<p>-Réaction de désamination par l'acide nitreux, réaction de transamination, action des aldéhydes (action du formol : Formol-titration de Sorënsen), réaction de Sanger et réaction d'Edman (il faut montrer l'importance de ces deux dernières réactions dans l'identification et le dosage des acides aminés ainsi que dans la détermination de l'acide aminé N-terminale d'une chaîne peptidique).</p>
<p>d) Réactions nécessitant la présence simultanée d'un groupement α-carboxyle et d'un groupement α-aminé</p>	<p>-Réaction avec la ninhydrine (il faut montrer l'importance de cette réaction dans l'identification et le dosage des acides aminés, toutefois cette réaction n'est pas à retenir par les étudiants), formation de la liaison peptidique.</p>
<p>5. Séparation des acides aminés</p>	
<p>a) Chromatographie</p>	<p>-Chromatographie de partage, chromatographie sur couche mince, chromatographie d'exclusion chromatographie échangeuse d'ions (principe de chaque méthode et protocole expérimental).</p>
<p>b) Electrophorèse</p>	
<p>B. Les peptides et les protéines</p>	
<p>1. Définition</p>	
<p>2. Convention d'écriture et nomenclature</p>	
<p>3. Représentation schématique.</p>	
<p>4. Propriétés physico-chimiques</p>	
<p>-Aspect, ionisation, caractère amphotère, pouvoir rotatoire, absorption dans l'UV. -Exemple d'une réaction : Réaction de Biuret.</p>	
<p>5. Etude de quelques peptides biologiquement actifs</p>	
<p>-Exemples : ocytocine, vasopressine, insuline et glutathion.</p>	
<p>6. Principaux types de protéines</p>	
<p>-On cite les différents types de protéines et leurs rôles biologiques (enzymes, protéines de réserve, de transport).</p>	
<p>7. Conformation ou organisation structurale des protéines</p>	
<p>-Forces qui stabilisent la structure tridimensionnelle des protéines.</p>	
<p>- Décrire brièvement les structures primaire, secondaire (hélice α, feuillet β, pelote et coude), tertiaire et quaternaire (exemple hémoglobine).</p>	
<p>- Dénaturation des protéines (protéine native, protéine dénaturée)</p>	
<p>8. Etude de la structure primaire des peptides et des</p>	
<p>- Montrer que les réactions vues précédemment dans la partie « propriétés chimiques des acides aminés » nous permet de déterminer la séquence primaire d'un peptide</p>	

<p>protéines</p> <p>a) Détermination de la composition globale en acides aminés</p> <p>b) Détermination de la séquence en acides aminés</p> <p>5. Séparation des protéines</p> <p>a) Séparation selon la charge</p> <p>b) Séparation selon la taille (poids moléculaire)</p> <p>c) Séparation selon la capacité à se lier à d'autres biomolécules</p>	<p>ou d'une protéine.</p> <p>-Hydrolyse des liaisons peptidiques par voie chimique et enzymatique.</p> <p>-Méthodes permettant de déterminer les acides aminés N-terminaux (Sanger, Edmanet aminopeptidase) -Méthodes permettant de déterminer les acides aminés C-terminaux (hydrazinolyse et carboxypeptidase). -Hydrolyse des séquences peptidiques intra-chaîne, (BrCN, trypsine, chymotrypsine, pepsine).</p> <p>-Electrophorèse dans les conditions natives, chromatographie échangeuses d'ions -Chromatographie d'exclusion moléculaire (gel filtration ; tamisage moléculaire), électrophorèse dans les conditions natives (SDS-PAGE). On montre que ces deux méthodes permettent de déterminer le poids moléculaire inconnu d'une protéine. -Chromatographie d'affinité (antigène-anticorps et enzyme-substrat).</p>
<p>II. LES GLUCIDES (10H + 4H TD)</p> <p>Définition générale : définition des glucides (glucides non hydrolysables et glucides hydrolysables) et rôles biologiques (source d'énergie, glucide de réserve et de structure)</p> <p>A. Monosaccharides ou oses ou sucres simples</p> <p>1. Structure linéaire</p> <p>a) Isomérie</p> <p>b) Épimérie</p>	<p>-Formule générale des oses (exception : désoxyribose) Classification des oses selon le nombre d'atomes de carbone et la fonction réductrice (cétone ou aldéhyde) On cite l'exemple d'aldose : glucose et cétose : fructose.</p> <p>-Présence de carbones asymétriques (à l'exception de la dihydroxyacétone), plusieurs stéréoisomères et pouvoir rotatoire. -Séries D et L (le glycéraldéhyde est la base de référence, réaction de synthèse de Kiliani-Fisher). -La filiation des aldoses (de C3 jusqu'à C6) -La filiation des cétooses (de C3 jusqu'à C6). -Les formules des oses à retenir par les étudiants (dihydroxyacétone, glycéraldéhyde, glucose, galactose, mannose, fructose, ribose, désoxyribose).</p> <p>-Définition de l'épimérie (exemple glucose, mannose en C2, glucose et galactose en C4 ; fructose et psicose en C3).</p>

<p>2. Structure cyclique</p> <p>a) Anomalies de la représentation linéaire des oses</p> <p>b) Représentation cyclique de Tollens</p> <p>c) Représentation de Haworth</p> <p>3. Propriétés chimiques des oses</p> <p>a) Propriétés liées à la présence de la fonction réductrice</p> <p>b) Propriétés liées aux fonctions alcooliques</p> <p>c) Propriétés dues à la présence des groupements carbonyle et alcool portés par 2 carbones adjacents</p>	<p>-Passage de la représentation linéaire de Fisher à la représentation cyclique de Tollens (structure pyranose et furanose). On prend les exemples du glucose et du fructose.</p> <p>-Les règles permettant de passer de la représentation cyclique de Tollens à celle de Haworth (structure pyranose et furanose). Utiliser les mêmes exemples (glucose et fructose). -Forme chaise et bateau (sans détailler les mécanismes chimiques).</p> <p>-Mécanisme de mutarotation (exemple le glucose, on donne le schéma du mécanisme et les pourcentages des différentes formes anomériques du glucose à l'équilibre).</p> <p>-Réaction de condensation : *Réaction avec le cyanure (réaction de synthèse de Kiliani-Fisher), *Réaction avec l'hydroxylamine (réaction de dégradation de whol-zemplen), *Réaction avec les alcools et les phénols (formation de liaison glycosidique), -Réaction d'oxydation : *oxydation douce : obtention de l'acide aldonique, *oxydation poussée : obtention de l'acide aldrique, *oxydation des oses par réduction des solutions cuproalcalines (réaction avec la liqueur de Fehling). -Réaction de réduction par le borohydrure de lithium (obtention de l'alcool correspondant de l'aldose).</p> <p>-Réaction de méthylation avec un agent méthylant fort (iodure de méthyle) (il faut montrer l'importance de cette réaction dans la détermination de la nature de cycle d'un ose et l'enchaînement des polyosides). -Formation d'ester (acétylation, estérification avec l'acide phosphorique). -Action des amines sur le C2 : obtention d'une osamine dont l'acétylation donne une acétyl-osamine. -Oxydation par l'acide périodique (on montre l'importance de cette réaction dans la détermination de la nature du cycle des oses). -Oxydation des fonctions alcools primaires : obtention d'un acide uronique.</p> <p>-Réaction avec les hydrazines : formation des osazones. -Isomérisation alcaline.</p>
---	--

<p>4. Propriétés physiques des oses</p> <p>5. Dérivés d'oses biologiques</p> <p>B. Les osides</p> <p>1. Liaison glycosidique</p> <p>2. Les diholosides</p> <p>a) Les diholosides réducteurs</p> <p>b) Les diholosides non réducteurs</p> <p>3. Les triholosides</p> <p>4. les polysaccharides</p> <p>a) L'amidon</p> <p>b) Le glycogène</p> <p>c) La cellulose</p>	<p>-Aspect, point de fusion, propriétés optiques (loi de Biot/Beer-Lambert).</p> <p>- Dérivés amines d'oses biologiques : la glucosamine, la galactosamine, la N-acétylglucosamine ou la N-acétylgalactosamine</p> <p>- Dérivés acides d'oses biologiques : les acides aldoniques, les acides uroniques, l'acide sialique = acide N-acétylneuraminique (NANA) et l'acide ascorbique = vitamine C</p> <p>-Définition de la liaison osidique</p> <p>-Définition, exemples : maltose, cellobiose et lactose. (formules et noms).</p> <p>-Définition, exemples : saccharose et tréhalose (formules et noms).</p> <p>-Exemple : raffinose (formule et nom).</p> <p>- Introduire les osidases (spécificité de l'action de ces enzymes : exemples la bêta-galactosidase etc...).</p> <p>-Origines, rôles et structures de ces polysaccharides.</p>
<p>III. LES LIPIDES (6HC + 2HTD)</p> <p>Définition générale : Le terme de lipide désigne une large classe de composés insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques tels que l'éther, le benzène, le chloroforme. La plupart des lipides sont amphiphiles. Les principales exceptions sont le cholestérol, les stéroïdes et les vitamines liposolubles. Nous pouvons classer les lipides sommairement en lipides simples (composés de C, H et O) et lipides complexes comportant en plus des atomes de soufre, de phosphore, d'azote (C, H, O, S, P, N)</p> <p>A- Les lipides simples</p> <p>1. Les glycérides ou acyl-glycérols</p> <p>a) Le Glycérol</p> <p>b) Les glycérides</p> <p>c) Les acides gras</p>	<p>les mono-acyl-glycérols, les di-acyl-glycérols, les tri-acyl-glycérol (on cite quelques exemples).</p>

c.1. Définition	-Classification en acides gras saturés et insaturés. -Formule générale des acides gras saturés et nomenclature.
c.2. Classification	-Les acides gras saturés à nombre impaire d'atomes de carbone (exemples : acide propionique en C3, et acide valérique en C5).
c.2.1) Les acides gras saturés	-Les acides gras saturés à nombre paire d'atomes de carbone : les acides gras du C4 jusqu'à C24.
c.2.2) Les acides gras insaturés	-Les différents types d'acide gras insaturés : *Les acides gras mono-insaturés. *Les acides gras poly-insaturés indispensables. -Nomenclature biochimique et signification de la lettre ω . (Les étudiants doivent retenir les formules des acides gras insaturés suivants : Acide palmitoléique, acide oléique, acide linoléique, acide linoléique et acide arachidonique.
c.3. Propriétés physiques des acides gras	
c.3.1) Solubilité	-Degré d'hydrophobicité qui dépend de la longueur de la chaîne hydrocarbonée et le nombre d'insaturation.
c.3.2) Point de fusion	-Point de fusion qui dépend la longueur de la chaîne hydrocarbonée et le nombre d'insaturation.
c.4. Propriétés chimiques	
c.4.1) Propriétés dues à la présence de la fonction acide	-Formation des sels (saponification), formation d'ester (estérification avec le méthanol).
c.4.2) Propriétés dues à la présence de la double liaison	-Réaction d'addition (addition des halogènes, hydrogénation). -Réaction d'oxydation (oxydation ménagée, oxydation poussée par le permanganate de potassium).
c.5. Séparation et analyse des acides gras	-Chromatographie sur Couche Mince (CCM), -Chromatographie en phase gazeuse (principe, schéma).
c.6. Propriétés chimiques des glycérolipides:	
c.6.1) hydrolyse	-Hydrolyses chimique et enzymatique (les lipases).
c.6.2) saponification	-Formation des sels d'acides gras : savons.
c.6.3) Détermination des indices caractéristiques des Triglycérides	-Indice e saponification, indice d'ester et d'acidité, indice d'iode. Détermination de la masse molaire des glycérolipides.

<p>B. Les lipides complexes</p> <p><u>Définition</u> : deux grandes familles des lipides complexes qui sont les phospholipides et les sphingolipides. Les lipides complexes sont amphiphiles.</p> <p>1. Les glycérophosphatides ou phosphoglycérolipides ou phosphoglycérides.</p> <p>a) Les acides phosphatidiques</p> <p>b) Les phosphoaminolipides</p> <p>c) Les inositides ou inositophosphatides ou phosphatidylinositol</p> <p>2. Glycosyldiglycérides</p> <p>3. Les sphingolipides</p> <p>a) Les céramides</p> <p>b) Les phosphosphingolipides</p> <p>c) Les glycosphingolipides</p> <p>IV. ENZYMOLOGIE (12HC + 4HTD)</p> <p>Définition générale : les enzymes sont des biocatalyseurs de nature protéique agissant à des concentrations salines, des pH et des températures optimales, et qui sont élaborées par les organismes sous l'impulsion de divers effecteurs de la synthèse protéique.</p> <p>A. Enzymes et catalyse enzymatique</p> <p>1. Catalyse</p> <p>a) La notion d'énergie d'activation</p> <p>b) Les principales propriétés d'un catalyseur</p> <p>2. Structure des enzymes</p> <p>3. Spécificité de l'action enzymatique</p> <p>a) Spécificité liée à la réaction</p> <p>b) Spécificité liée au substrat</p>	<p>-On donne les structures et les noms de ces lipides.</p> <p>-On donne l'origine de ces lipides et quelques propriétés physiques :</p> <p>* Lipides amphiphiles (ils possèdent une partie hydrophile et partie hydrophobe).</p> <p>-On cite les différents types des phospholipases avec les sites de coupure (A1, A2, B, C, D).</p> <p>-On donne les structures et les noms de ces lipides.</p> <p>-On donne l'origine de ces lipides et quelques propriétés physiques :</p> <p>* Lipides amphiphiles (ils possèdent une partie hydrophile et une partie hydrophobe).</p> <p>-L'enzyme accélère la réaction chimique en diminuant l'énergie d'activation</p> <p>-diminution de l'énergie d'activation, action à faible dose, spécificité...</p> <p>-Structure tridimensionnelle, site actif, holoenzyme (apoenzyme et cofacteur), isoenzyme.</p> <p>-L'enzyme catalyse seulement une seule réaction telle que estérification, oxydation...</p> <p>-Spécificité liée à la nature de la liaison, spécificité de groupe, spécificité absolue pour un seul substrat et spécificité Stéréochimique.</p>
--	---

<p>B. Classification des enzymes</p>	<p>-On Cite les six classes d'enzymes (on prend un exemple de réaction pour chaque classe). *Nomenclature EC (Enzyme Commission number).</p>
<p>C. La cinétique enzymatique homogène</p>	<p>-Vitesse et ordre de réaction. Notion de la vitesse initiale d'une réaction enzymatique du premier ordre.</p>
<p>1. Mise en évidence du complexe ES par dialyse à l'équilibre et cinétique</p>	<p>-Description de l'expérience de dialyse à l'équilibre et établissement de l'équation de Scatchard. -Détermination de la constante de dissociation du complexe ES et le nombre de récepteurs stéréospécifiques portés par l'enzyme.</p>
<p>2. Cinétique de la réaction enzymatique</p>	<p>-Effet de la concentration en enzyme sur la vitesse initiale de la réaction enzymatique -Une relation linéaire directe entre la vitesse de la réaction et la concentration de l'enzyme.- -Mécanisme de Michaelis-Menten. -Notion de la vitesse maximale initiale. -Notion de K_M</p>
<p>3. La cinétique Michaélienne et les différentes représentations graphiques</p>	
<p>a) Equation de Michaelis-Menten</p>	<p>-Etablissement de l'équation de Michaelis-Menten</p>
<p>b) Représentations graphiques</p>	<p>-Représentations de : Michaelis-Menten, de Lineweaver-Burk (représentation des doubles inverses), d'Eadie-Hofstee, de Hans-woolf et de Robert Eisinger- Athel Cornish-Bowden.</p>
<p>c) Effet de la concentration de l'enzyme</p>	
<p>d) Définition de l'activité enzymatique</p>	<p>-Les différentes expressions de l'activité enzymatique : *l'activité enzymatique totale (exprimée en $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$), *l'unité internationale UI (exprimée en $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ et en katal), *l'activité spécifique AS (exprimée en $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}$ de protéines totales), on montre que ce paramètre augmente au fur et à mesure de la purification de la protéine enzymatique en prenant un exemple expérimental de purification d'un extrait enzymatique, à travers cet exemple, on introduit la définition du rendement et facteur d'une étape de purification. *l'activité moléculaire spécifique ou « turnover number » AMS ou K_{cat} exprimée en s^{-1}.</p>
<p>4. Significations du K_M, V_{max} et K_{cat}.</p>	<p>-V_{max} :vitesse de réaction à saturation en substrat $V_{\text{max}} = K_{\text{cat}} [E_T]$, $[E_T]$: concentration totale en enzyme. $K_{\text{cat}}(\text{AMS})$ est la constante de vitesse de la réaction de catalyse, c'est un paramètre intrinsèque de l'enzyme. -K_M : constante de Michaelis : correspond à la concentration de substrat qui permet d'atteindre la moitié de la vitesse maximale. -K_M représente la constante de dissociation apparente du</p>

<p>5. Facteurs qui influencent la réaction enzymatique</p> <p>a) Effet du pH</p> <p>b) Effet de la température</p> <p>7. Les effecteurs de l'activité enzymatique</p> <p>a) Inhibition compétitive</p> <p>b) Inhibition non compétitive absolue</p> <p>c) Inhibition incompétitive</p>	<p>complexe Enzyme – substrat, K_M donne une indication approximative sur l'affinité de l'enzyme pour le substrat, plus K_M est élevé, plus l'affinité de l'enzyme pour le substrat est faible, K_M est un paramètre intrinsèque de l'enzyme.</p> <p>-On montre l'effet du pH sur l'ionisation du substrat et la protéine enzymatique. -On présente la courbe théorique $v = f(\text{pH})$.</p> <p>-On montre l'effet de la température sur l'activation de la réaction et la dénaturation de la protéine enzymatique. -On présente la courbe théorique $v = f(\text{température})$.</p> <p>Pour les différents types d'inhibiteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> * on décrit le mode d'action, *on définit la constante d'inhibition K_I, *on rétablit l'équation de Michaelis-Menten, *On donne l'expression de V_{max} apparente et K_M apparente en fonction de K_I et la concentration de l'inhibiteur $[I]$. *On trace les représentations graphiques de : Michaelis-Menten, Lineweaver-Burk, Eadie-Hofstee et de Hanswoolf en absence et en présence de l'inhibiteur.
---	---

Travaux Pratiques De Biologie Cellulaire

12 h de travaux pratiques (une note de TP)

TP1 :

* pHmétrie (Titration d'un acide aminé),

* Chromatographie en couche mince d'un mélange d'acides aminés et/ou Electrophorèse d'un mélange protéique tel que le blanc d'œuf.

* Dosage protéique par la méthode de Bradford ou Biuret

TP2 :

Propriétés et réactions caractéristiques des glucides

- réactions des produits de déshydratation des oses avec certaines amines aromatiques et certains phénols : réaction de Molish, réaction de Seliwanof (Resorcinol), réaction de Bial (Orcinol) et réaction de Dische (Diphénylamine).

TP3 :

Détermination des indices caractéristiques d'acide gras (Indice d'acide, de saponification, d'ester et d'iode d'une huile vierge et d'une huile partiellement dégradée (relation entre les indices et le structure).

TP4 :

Enzymologie : activité enzymatique en fonction du temps, en fonction de la concentration du substrat, en fonction de la concentration en enzyme avec la détermination de K_m et V_{max} . Un Exemple d'enzyme ça peut être l'invertase ou la β -galactosidase

Matériel nécessaire pour les TP de Biochimie

La liste du matériel suivant est nécessaire pour la réalisation du TP de Biochimie

- Spectrophotomètre (2 par salle de TP)
- pHmètre (1 par binôme)
- Appareil d'électrophorèse avec générateur (2 cuves et 1 générateur pour 4 étudiants)
- Verrerie pour les TP de Glucide
- Verrerie et Chauffe ballon pour les TP des lipides
- Réactifs chimiques et enzyme (Béta-galactosidase ou invertase)

Programme de Biologie Cellulaire du Cycle Préparatoire

Biologie - Géologie (BG1)

30 heures de cours (première année ; premier semestre)

un devoir, un examen et un test écrits

12 h de travaux pratiques (des comptes rendus et un examen TP)

Les objectifs de l'enseignement :

Le but de ce module est de donner une meilleure compréhension de la biologie cellulaire, afin de préparer l'étudiant aux procédés biochimiques et physiologiques compliqués qui suivront en deuxième année (BG2). Le module de biologie cellulaire est une introduction aux cellules (théorie cellulaire), les organisations moléculaires et structurales des cellules procaryotes et eucaryotes (en se focalisant sur les cellules eucaryotes avec les principales structures et organites cellulaires). A travers la diversité des structures, des formes et des tailles cellulaires, on essayera d'amener l'étudiant à assimiler la complémentarité de leur fonctionnement au sein d'une unité multicellulaire animale ou végétale. L'étudiant est appelé aussi à saisir les rapports structure-fonction et à dégager le rôle joué par les molécules biologiques dans la détermination de ces rapports.

La conclusion de ce cours sera orientée vers l'éveil de la curiosité de l'étudiant et vers les applications de cet enseignement dans les domaines biotechnologique et agronomique afin de l'habituer à développer son savoir-faire nécessaire à sa carrière d'ingénieur.

Présentation des programmes :

Le programme est présenté en deux colonnes.

- ✓ La colonne à gauche comprend l'énoncé des objectifs de connaissances et les éléments centraux de chaque chapitre.
- ✓ La colonne à droite comprend plusieurs types d'informations destinées à fixer plus clairement ce que l'on attend comme mémorisation de connaissances (au premier ordre).

1-Introduction à la biologie cellulaire (30mn)

2-Organisation générale de la cellule (2h 30min)

2.1 Introduction

- Définir la biologie cellulaire et la positionner par rapport aux autres disciplines.
- Indiquer l'apport de la connaissance de la cellule à la compréhension des différentes disciplines en biologie.
- Donner un bref historique de la biologie cellulaire.
- Introduire la notion de la théorie cellulaire.

- Indiquer que la cellule est l'unité de base des êtres vivants (Schleiden et Schwann)
- Indiquer les propriétés communes : informations génétiques, synthèse de protéines et d'énergie.
- Indiquer la capacité de la cellule à se différencier et de se multiplier

<p>2.2 La cellule procaryote</p> <p>2.2.1 La cellule bactérienne</p> <p>2.2.2 Les cyanophycées ou Cyanoschizophytes (algues bleues)</p> <p>2.3 La cellule eucaryote</p> <p>2.3.1 La cellule animale</p> <p>a) Définition</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Donner simplement la classification des êtres vivants en organismes eucaryotes et procaryotes (Archéobactéries et Eubactéries). Les Virus, à structure acellulaire, ne sont pas considérés comme des êtres vivants. - Donner une description générale de la cellule procaryote -Réaliser un schéma titré et annoté d'une cellule bactérienne - Indiquer quelle est délimitée par une membrane et une paroi, absence de compartiments, chromosome unique circulaire et des plasmides. - Définir la notion de bactérie Gram+ et Gram- (exemple : <i>Escherichia coli</i> et <i>Bacillus</i> sp). -Définir la notion de bactérie autotrophe (photosynthétique) et hétérotrophe (sans détails). Définir et donner brièvement les caractères généraux (sans trop détailler) - Indiquer que l'information génétique est nucléaire (véritable noyau entouré d'une enveloppe nucléaire) et cytoplasmique - Indiquer la présence de protéines histoniques associées à l'ADN - Indiquer que les gènes sont formés par des introns et des exons - Définir un compartiment. -Décrire l'organisation générale, variation de la forme et de la taille. - Donner la classification : organismes eucaryotes pluricellulaires hétérotrophes qui sont les métazoaires (notion de tissu) et organismes unicellulaires à affinité animale (paramécie) - Définir un protoplasme, un hyaloplasme et citer les divers organites (brièvement leurs
--	---

<p>b) Différenciation cellulaire</p> <p>2.3.2 La cellule végétale</p> <p>a) Définition</p> <p>b) Différenciation du système vacuolaire</p> <p>2.4 Les virus</p> <p>3. Composition chimique de la cellule : Des molécules du vivant à la cellule (6h)</p> <p>3.1. Les minéraux</p>	<p>fonctions).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir la notion de cellules hétérotrophes. - Décrire la différenciation du myéloblaste : transformation en leucocytes polynucléaires. - Donner une description générale, la variation de la forme et de la taille et les organites (brièvement leurs fonctions). - Réaliser un schéma titré et annoté d'une cellule végétale. - Définir la notion de cellule autotrophe. - Donner comme exemple la dynamique de synthèse de la vacuole. <p><u>Synthèse</u> Les cellules animale et végétale présentent à la fois des similitudes et des différences. Dégager les principales différences entre ces deux types cellulaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indiquer que les virus ne sont pas des cellules. - Donner la structure générale ainsi la taille et la forme. - Donner la classification des virus : virus à ADN ou ARN. - Décrire brièvement le mode de réplication (cycle lytique et lysogénique). <p>Exemples : VIH et bactériophage.</p> <p><u>Synthèse pour cette partie</u> : peut-être un schéma comparatif entre cellules eucaryotes (animale et végétale) et procaryotes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Citer les principaux minéraux entrant dans la composition de la matière vivante (Na⁺,
--	--

<p>3.2. L'eau</p> <p>3.3. Les biomolécules</p> <p>3.3.1. Les Glucides Donner la classification générale des glucides.</p> <p>a) Les oses</p> <p>b) Les osides</p> <p>b.1) Les holosides</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les disaccharides - Les polysaccharides <p>b.2) les hétérosides</p> <ul style="list-style-type: none"> -Glycolipides -Glycoprotéines <p>3.3.2. Les lipides Donner la classification générale des lipides simples et complexes</p> <p>a) les lipides simples ou homolipides</p>	<p>K^+, Ca^{2+}, Cl^-.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduire la notion d'oligoéléments. - Donner le rôle biologique de ces minéraux. - Donner les rôles biologiques de l'eau (solvant, milieu de dispersion, régulateur thermique, réactif chimique, maintien d'équilibre). - Donner la formule générale des oses. - Représenter les molécules suivantes sous leurs formes linéaires et cycliques : glycéraldéhyde, dihydroxyacétone, glucose, fructose, ribose, désoxyribose (se limiter à ces exemples). - Représenter le maltose, le lactose et le saccharose (se limiter à ces exemples). - Donner les rôles biologiques des polysaccharides. On se limitera aux fonctions de réserve (amidon et glycogène), de structure (cellulose, chitine, glycane) et d'information (glycanes des matrices extracellulaires). - Décrire schématiquement et commenter la structure linéaire ou spiralée de deux polymères d'oses : la cellulose et l'amidon. - Donner les rôles biologiques de ces hétérosides (déterminant antigénique, système ABO du sang,...).
--	--

<ul style="list-style-type: none"> - les acides gras - les glycérides - les stérides - les cérides <p>b) Les lipides complexes ou hétérolipides</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les glycérophospholipides - Les sphingolipides - Les glycolipides - Les lipoprotéines <p>3.3.3. Les protides</p> <p>a) les acides aminés</p> <p>b) Les peptides</p> <p>c) Les protéines : définitions et Structures</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaître et définir le caractère saturé ou insaturé d'un acide gras (exemple C18:0 et C18:3 se limiter à ces exemples). - Décrire et représenter schématiquement un triglycéride, un stéride et un céride. <ul style="list-style-type: none"> - Décrire et représenter schématiquement un phosphoglycéride et un sphingolipide. - Décrire et reconnaître les groupements hydrophobes et hydrophiles d'un lipide (molécule amphiphile). - Donner pour les phospholipides la structure chimique, l'emplacement et le rôle biologique de la phosphatidylcholine, la phosphatidylsérine, la phosphatidyléthanolamine (céphaline) et la phosphatidylinositol. - Préciser le rôle et l'emplacement des sphingolipides (céramide, cérébroside, ganglioside, sphingomyéline). <ul style="list-style-type: none"> - Donner la formule générale d'un acide aminé. - Identifier sur une formule le type de radical, le rattacher à un groupe d'acide aminé. Seules les structures de la cystéine, la sérine, thréonine et asparagine sont à mémoriser. <ul style="list-style-type: none"> - Décrire et commenter la liaison peptidique. <ul style="list-style-type: none"> - Définir une protéine et les différents types de repliements. - Décrire les structures primaire, secondaire avec hélice α (α-kératine) et feuillet β (la fibroïne de la soie), structure tertiaire et structure quaternaire (le collagène et l'hémoglobine).
---	---

Dans cette partie nous introduisons les enzymes comme protéine ayant une activité enzymatique. Introduction de la notion du site actif, la spécificité de l'enzyme vis à vis du substrat et la réaction. Exemples les enzymes de la glycolyse (glyceraldehyde-3-phosphate déshydrogénase et l'hexokinase)

3.3.4. Les Acides nucléiques (ADN et ARN)

Les acides nucléiques sont des polymères séquencés de nucléotides.

4-Méthodes d'études de la cellule (2h)

4.1 Méthodes d'études morphologiques

- Microscopie photonique
- Microscopie électronique

4.2 Méthodes d'études cytochimiques

- Introduire la notion de glycosylation qui peut donner une N-glycoprotéine (sur asparagine) et une O-glycoprotéine (sur sérine et thréonine).
- Indiquer que l'activité biologique des protéines, en particulier des enzymes, dépend fortement de sa conformation spatiale.

- Définir un nucléotide et un nucléoside
- Représenter l'organisation des nucléotides (pentose - phosphate - base azotée)
- Indiquer la distinction ribose / désoxyribose
- Représentation de la liaison phosphodiester
- Représenter schématiquement et commenter les structures de l'ADN et de l'ARN, les relier à leurs propriétés en relation avec les attendus des cours de génétique

Remarque : Représenter schématiquement les structures de l'ATP et NADH, H⁺ en liaison avec leur fonction d'intermédiaire du métabolisme. Aucune formule n'est exigible.

- Décrire brièvement les étapes clés (fixation, inclusion, coupe, coloration, montage) destinée pour observation microscopique
- Application : technique de cryofracture
 - Coloration, Immunohistochimie, Immunocytochimie et cytométrie à flux.

<p>4.3 Méthodes d'études analytiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fractionnement cellulaire par les techniques d'ultracentrifugation (différentielle, zonale, isopycnique) -Chromatographie (gel filtration, d'affinité, échangeuse d'ions) - Electrophorèse des protéines - Western blot
<p>4.4 Méthodes d'études fonctionnelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Culture cellulaire - Auto radiographie
<p>5-La membrane plasmique (4h)</p>	
<p>5.1 Définition et ultrastructure 5.2 Composition chimique</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Donner les constituants biochimiques de la membrane plasmique. -Donner les fonctions biologiques des différents types de molécules.
<p>5.3 Architecture moléculaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire et représenter le modèle de la mosaïque fluide de Singer et Nicholson. - Citer les différents types de liaisons biologiques entre les différentes molécules. -Indiquer les propriétés d'asymétrie et de fluidité de la membrane plasmique. -Réaliser un schéma titré et annoté de l'ultrastructure de la membrane cellulaire. - Indiquer les différents types de mouvements des phospholipides (diffusion latérale, rotation et flip-flop).
<p>5.4 Différenciations morpho-fonctionnelles de la membrane plasmique</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Indiquer les mécanismes d'adhérence cellulaire : -Adhérence intercellulaire : les adhérences jonctionnelles et non jonctionnelles (molécules d'adhérence ou d'adhésion). -Adhérence cellule-matrice (hémidesmosome et molécules d'adhérence SAM et CAM). -Définir la notion d'interdigitation. *Augmentation de la surface d'échange : microvillosités et invaginations

<p>5.5 Rôles physiologiques</p> <p>5.5.1 Perméabilité membranaire /Transport transmembranaire</p> <p>a) Transport passif * Rapport avec l'architecture moléculaire</p> <p>b) Transport actif</p> <p>c) Transports cytotiques Endocytose et exocytose: mécanismes et fonctions</p> <p>d) Transmission de l'information</p>	<p>A) Définir et donner les différents types de diffusion simple à travers la bicouche * Décrire la perméabilité à l'eau, phénomène d'osmose et aquaporine * Décrire la diffusion dite lipophile : gaz, stéroïdes, évaluer la liposolubilité d'une espèce chimique par son coefficient de partition huile/eau.</p> <p>B) Définir et donner les différents types de diffusion passive dite facilitée : perméases et canaux ioniques -Relier une cinétique de passage à une modalité de passage. Remarque : introduire la notion d'ionophore</p> <p>A) Définir et donner les différents types de transport actif primaire : pompe à Na^+/K^+, pompe à Ca^{++}, pompe à H^+. B) Définir et donner les différents types de transport actif secondaire (couplet) : cas du transport intestinal du glucose, symport $\text{Na}^+/\text{glucose}$.</p> <p>- Donner les caractéristiques des protéines, leur localisation et leurs fonctions dans les échanges.</p> <p>- Définir l'exocytose et l'endocytose. - Introduire les notions de pinocytose, phagocytose, endosome précoce et tardif.</p> <p>- On traitera le mode de transfert de matières entre compartiments par des phénomènes de bourgeonnement ou de fusion de vésicules : propriétés des membranes et implication des protéines.</p> <p>- Indiquer les différents modes de transmissions de l'information. - Humorale (transduction des signaux).</p>
---	--

<p>6- Hyaloplasme, cytosquelette, structures pluri tubulaires (2h)</p> <p>6.1 Hyaloplasme</p> <p>6.1.1 Définition et structures</p> <p>6.1.2 Composition chimique</p> <p>6.1.3 Etats physiques</p> <p>6.1.4 Rôle biologique du hyaloplasme</p> <p>6.2 Cytosquelette</p> <p>6.2.1 Définition</p> <p>6.2.2 Structure et organisation moléculaire des éléments du cytosquelette</p> <p>6.2.3 Rôles du cytosquelette</p>	<p>-Nerveuse : potentiel d'action et médiateurs chimiques, récepteurs. - Introduire la notion de transmission autocrine, paracrine et endocrine.</p> <p>- Indiquer la présence de structures granulaires. - Indiquer la présence de structures fibreuses représentées par les éléments du cytosquelette : ✓ Les filaments intermédiaires (exemples les myofilaments et tonofilaments) ✓ Les microtubules ✓ Les microfilaments d'actine</p> <p>-Définir l'état sol et l'état gel.</p> <p>- Reserve de macromolécules, - Carrefour des voies métaboliques, - Production de mouvements :</p> <p>- Définir le cytosquelette qui est un élément du hyaloplasme (la structure fibreuse insoluble).</p> <p>- Indiquer la nature moléculaire des microtubules, microfilaments d'actine et filaments intermédiaires. - Présenter l'organisation des filaments du Cytosquelette.</p> <p>-Donner les fonctions biologiques de chaque élément du cytosquelette. * mouvements dus à la structure : Contraction musculaire, microvillosités... * mouvements dus aux états physiques : Mouvements amiboïdes, forme de la cellule Mouvement de cyclose</p>
--	---

<p>6.3 Structures pluritubulaires</p> <p>7- Les ribosomes (1h)</p> <p>7.1 Définition, structure et origine</p> <p>7.2 Composition chimique</p> <p>7.3 Fonction des ribosomes : synthèse des protéines</p>	<p>Mouvement des organites Mouvement des chromosomes et chromatides Endocytoses et exocytoses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir et décrire le centrosome : centrioles et dérivés centriolaires. - Donner la structure du centriole. - Donner la structure des cils et des flagelles. - Indiquer le rôle biologique de chaque élément (division cellulaire, battements des cils et des flagelles). <ul style="list-style-type: none"> - Décrire la relation entre la structure du ribosome et ses fonctions dans la biosynthèse d'une protéine. <ul style="list-style-type: none"> - Décrire les éléments intervenant dans la protéosynthèse. - Décrire les 3 étapes de la protéosynthèse : <ul style="list-style-type: none"> - Phase d'initiation - Phase d'élongation - Phase de terminaison - Indiquer que la protéine synthétisée subit ensuite des modifications de structure et de localisation avant de devenir fonctionnelle.
<p>- Les organites cellulaires et leurs fonctions</p> <p>La structure de chaque organite cellulaire sera étudiée en association étroite avec sa composition chimique et sa dynamique fonctionnelle. L'étudiant pourra ainsi assimiler le rôle des biomolécules dans la structure, le métabolisme et le rôle biologique de chaque organite.</p> <p><u>Les spécificités relatives aux cellules animales, végétales et bactériennes seront signalées chaque fois qu'elles se présentent.</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Introduire la notion de système endomembranaire (réticulum endoplasmique, appareil de golgi, lysosome). - Indiquer qu'il y a une continuité de structure et de fonction entre les différents organites (synergies entre organites).

8-Le réticulum endoplasmique (2h)

8.1 Définition, structure et aspects

8.2 Composition chimique

8.3 Rôles physiologiques

8.3.1 : Rôle du RER :

- Indiquer que c'est un lieu de synthèse des protéines.
- Bien décrire le mécanisme de synthèse d'une protéine au niveau du RER.

* Introduire la notion de séquence signal et particule de reconnaissance du signal (SRP).

* Indiquer que les protéines synthétisées subissent des modifications de structure : différents types de maturation dont la glycosylation.

* Initiation de la N-glycosylation (modification co-translationnelle aspécifique).

8.3.2. Rôle du REL :

- Indiquer que le REL intervient dans:
 - * la synthèse des lipides (phospholipides, hormones stéroïde) et redistribution
 - * le métabolisme des glucides
 - * la détoxification
 - * le stockage du calcium

9- L'appareil de Golgi (2h30min)

9.1 Découverte

9.2 Définition, structure, aspects

9.3 Rôles physiologiques

<p>9.3.1 Rôle sécrétoire</p> <p>9.3.2 Activation des protéines</p> <p>9.3.3 Glycosylation</p> <p>9.3.4 Sulfatation et phosphorylation</p> <p>9.3.5 Tris intracellulaire des protéines</p> <p>9.3.6 Formation des vésicules de sécrétion et recyclage de la membrane plasmique</p> <p>10. Les lysosomes (45 min)</p> <p>10.1. Définition</p> <p>10.2. Mise en évidence</p> <p>10.3. Caractérisation et structure</p> <p>10.4. Fonctions</p> <p>11. Peroxysomes (15 min)</p> <p>11.1. Définition</p> <p>11.2. Fonctions</p>	<p>- Décrire le rapport entre réticulum endoplasmique, dictyosome, vésicules et grains de sécrétion : rappeler l'utilité de la technique d'autoradiographie.</p> <p>-Décrire la maturation de l'insuline.</p> <p>- Décrire la maturation des N-glycoprotéines</p> <p>- Décrire la O-glycosylation (post-traductionnelle, spécifique).</p> <p>- Les protéoglycanes de la substance du cartilage de l'os sont sulfatées.</p> <p>- Les enzymes des lysosomes sont des glycoprotéine avec mannose-6-phosphate.</p> <p>-Exemple des enzymes lysosomales.</p> <p>-Sécrétion contrôlée, constitutive.....</p> <p>-Définir et décrire les mécanismes de l'hétérophagie et de l'autophagie.</p>
<p>12. Les organites semi-autonomes : les mitochondries et les plastes (2h30min)</p> <p>12.1 Les mitochondries</p> <p>12.1.1 Définition, structure, origine</p>	<p>-Définir les types d'échanges au niveau des</p>

<p>12.1.2 Composition chimique</p> <p>12.1.3 Rôles physiologiques a) Synthèse des protéines b) Rôle respiratoire :</p> <p>✓ Phase cytosolique</p> <p>* Glycolyse</p> <p>✓ Phase mitochondriale</p> <p>*Oxydation * Cycle de Krebs, *chaîne respiratoire et phosphorylation oxydative</p> <p>12.1.4 Bilan énergétique</p>	<p>membranes interne et externe.</p> <p>-Donner la liaison entre la structure, la composition chimique et les fonctions.</p> <p>Le détail des réactions métaboliques et la structure des composés intermédiaire de la glycolyse ne sont pas demandées.</p> <p>-Oxydation de l'acide pyruvique -Décrire la Beta-oxydation des acides gras (hélice de Lynen). -Donner l'intérêt du cycle de krebs. - Décrire le transport des électrons le long de la chaîne respiratoire, transfert des protons et synthèse de l'ATP</p> <p>Donner un bilan énergétique simple à partir d'une molécule de glucose.</p> <p>Synthèse : Comparer les étapes de synthèse de l'énergie chez les organismes eucaryotes animale et végétale et les organismes procaryotes (bactéries)</p>
<p>12.2 Les plastes</p> <p>12.1.1 Définition</p> <p>12.2.2 Origine et différents types de plastes</p> <p>12.2.3 Structure des chloroplastes</p> <p>12.2.4 Rôle physiologique : la photosynthèse (sans donner les détails)</p>	

13. Le noyau interphasique (2h)

13.1 Définition,

13.2 Forme et nombre

13.3 Structure

14. Le noyau au cours de la division cellulaire (2h)

14.1. Les chromosomes

- Structure
- Forme et nombre
- Notion de caryotype et de formule chromosomique

14.2. La division cellulaire

- Le cycle cellulaire

- La mitose

- Cas particuliers de la division cellulaire

- Décrire :

- ✓ Enveloppe nucléaire, pores nucléaires et lamina nucléaire (nucléosquelette)
- ✓ Echange avec le cytoplasme
- ✓ Nucléoplasme,
- ✓ chromatine,
- ✓ Nucléoles,

- Définir le cycle cellulaire (interphase + mitose)
- Donner l'état de l'ADN au cours du cycle cellulaire
- Introduire la notion d'apoptose ou de mort cellulaire progressive dans le cas de la cellule végétale (brièvement)

- Donner les aspects morphologiques et les aspects physiologiques de la cellule au cours de la mitose

- donner la définition de l'amirose, l'endomitose, la pleuromitose et la méiose.
- Mitose de la cellule végétale

4^{ème} séance :

La division cellulaire

- Identifier les différentes phases du cycle cellulaire à partir d'observations microscopiques photonique de cellules animale et végétale
- mettre en relation l'état des chromosomes avec les phases du cycle cellulaire

- Déshydratation
- Montage entre lame et lamelles (milieu de montage)
- Observation au microscope après un séchage préliminaire de 15 minutes

- Noyau interphasique
- Prophase
- Métaphase
- Anaphase
- Télophase

Matériels nécessaires pour les TP

La liste du matériel suivant est nécessaire pour la réalisation du TP de Biologie Cellulaire

- Microscope binoculaire (1 par binome)
- Microscope trinoculaire avec caméra intégré pour démonstration ce qui va faciliter la taches à l'enseignant
- Microtome (le mieux automatique et la marque Leica)
- Bain-marie pour coupes en paraffine ou Plaque chauffante d'aplanissement pour l'histopathologie

Programme de Biologie Végétale du Cycle Préparatoire

Biologie - Géologie (BG1)

30 heures de cours (un devoir, un examen et un test écrits)

15 h de travaux pratiques (des comptes rendus et un examen TP)

OBJECTIFS:

La biologie végétale est une science nécessaire pour la compréhension des diverses disciplines agroalimentaires, pharmaceutiques et écologiques. Ce programme donne aux étudiants de la première année préparatoire une vue globale des plantes à fleurs partant d'une description morphologique à l'échelle de la plante entière, arrivant à l'étude de la structure anatomique à l'échelle des organes et des tissus végétaux.

L'étude des Angiospermes montre sans doute l'importance de ces plantes ainsi que leur degré d'évolution. Un intérêt particulier est attribué aux adaptations de ces plantes aux contraintes de leur environnement. Ainsi, l'étudiant aura une idée sur la diversité des plantes à fleurs.

Ce programme donne également un aperçu détaillé sur la reproduction sexuée des plantes à fleurs (modalités et résultats) en soulignant la diversité des graines et des fruits.

Le cours sera illustré par cinq séances de travaux pratiques qui aideront l'étudiant à se familiariser avec le matériel végétal. Les manipulations doivent permettre à l'étudiant d'acquérir la capacité de :

- Connaître l'appareil végétatif et ses modifications ;
- Réaliser des coupes semi-fines ;
- Pratiquer la double coloration au carmino-vert ;
- Connaître les différents tissus végétaux ;
- Connaître l'anatomie des organes végétatifs ;
- Connaître l'organisation d'une fleur ;
- Connaître les différents types de graines et de fruits.

La logique de ce programme a pour but d'éclaircir et de comprendre la notion de la plante à fleurs (morphologie, anatomie et reproduction). Ceci ne pourra que faciliter l'acquisition de la botanique enseignée en deuxième année. L'ensemble des chapitres traités, ainsi qu'une sortie sur le terrain, prépareront l'étudiant à l'étude de la systématique des Angiospermes.

INTRODUCTION: (1 h)

Positionner les Angiospermes dans le règne des Viridiplantae (Lignée vertes) : notion d'Embryophytes et de plantes terrestres, de Trachéophytes et de Spermaphytes divisés en Gymnospermes et Angiospermes.

Première partie : MORPHOLOGIE DES PHANEROGAMES**(11h)****I. L'appareil végétatif: (1h)****La diversité morphologique de l'appareil végétatif et son adaptation à l'environnement:**

- Identifier les différentes parties végétales d'une plante (racines, tiges, feuilles, bourgeons, fleurs et fruits) ;
- Localiser le bourgeon terminal, les bourgeons axillaires et adventifs ;
- Situer les nœuds et les entre-nœuds (notion de phytomère).

A. La racine: (2h)**A1- Morphologie de la racine :**

- Identifier les différentes parties de la racine et leurs rôles.
- Racine principale et ses ramifications.
- Racines adventives (localisation et rôle).
- Principaux types morphologiques du système racinaire:
 - Système racinaire pivotant ;
 - Système racinaire fasciculé.

B. La tige: (3h)

A2- Adaptations fonctionnelles de la racine:

- Alimentation (racines aériennes, racines lianes, racines pneumatophores, racines suçoirs) ;
- Fixation (racines crampons, racines échasses, racines contreforts, racines ventouses) ;
- Stockage de réserves (racines tubérisées ou tuberculeuses) ;
- Protection (épines).

B1- Morphologie de la tige :

- **Organisation des bourgeons permettant la croissance et la ramification** (sans détails pour le méristème) :

- Bourgeon terminal ;
- Bourgeon axillaire ;
- Bourgeon adventifs.

- **Différents types de tige Selon l'orientation de la croissance:**

- Tiges dressées ;
- Tiges rampantes (stolon) ;
- Tiges grimpantes (crampon, vrille, tiges volubile).

- **Modes de ramification:**

- Ramification monopodiale.
- Ramification sympodiale ;

- **Différents ports de plantes :**

- Port herbacé ;
- Port buissonnant (notion de basitonie et épitonie) ;
- Port arborescent (notion d'acrotonie et d'hypotonie).

C. La feuille: (2h)

- Cas particuliers de tiges :

- Chaume de Poacées (Graminées) ;
- Stipe des Arecacées (Palmées).

B2- Adaptations fonctionnelles de la tige :

- Nutrition carbonée (**cladode** chez *Ruscus hypophyllum* et **phylloclade** chez *Opuntia ficus indica*) ;
- Stockage de réserves nutritionnelles (tubercule, bulbe solide, rhizome) ;
- Stockage de l'eau (chez les malacophytes) ;
- Protection contre les herbivores (épines) ;
- Fixation (vrilles).

C1- Morphologie de la feuille:

- Différentes parties de la feuille (limbe, pétiole, gaine, stipules).
- Nervation (parallèle et symétrique).

- Différents types de feuilles:

- Feuilles simples (entières, dentées, lobées);
- Feuilles composées (pennées, palmées, pédalées).

- Phyllotaxie:

- Définition ;
- Disposition alterne ;
- Disposition opposée et opposée décussée ;
- Disposition verticillée.

<p>II. L'appareil reproducteur: (3h)</p>	<p>- Persistence et chute de la feuille:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantes à feuillage caduc (étape de la chute d'une feuille) ; • Plantes à feuillage persistant. <p>-Polymorphisme foliaire ou hétérophyllie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition ; • Exemples d'hétérophyllie liée à l'âge : <i>Phaseolus vulgaris</i>/ Fabaceae (Papilionacées) ; • Exemple d'hétérophyllie liée au milieu : <i>Ranunculus aquatilis</i> (Renonculacées). <p><u>C2-Adaptations fonctionnelles de la feuille:</u></p> <p>-Nutrition (phyllode, feuilles-pièges) ;</p> <p>-Stockage de réserves nutritionnelles (bulbe feuillé) ;</p> <p>-Stockage d'eau (feuilles charnues chez les malacophytes) ;</p> <p>-Protection contre les herbivores (épines) ;</p> <p>-Protection contre la sécheresse (écailles) ;</p> <p>-Fixation (vrilles).</p> <p><u>1. Analyse florale :</u></p> <p>-Notion de bractée.</p> <p>-Définition de la fleur en tant qu'axe reproducteur.</p> <p>-Différentes parties de la fleur : (La reproduction sera traitée dans la troisième partie).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calice ; • Corolle ; • Androcée (morphologie d'une étamine) ; • Pistil (morphologie d'un carpelle).
---	---

2. Diversité morphologique de la fleur :

-Nombre et disposition des pièces florales :

- Règle de l'isométrie ;
- Règle de l'alternance ;
- Formule florale (fleur trimère chez les Monocotylédones et fleur pentamère, tétramère ou polymère chez les Dicotylédones (Eudicots) ;
- Notion de fleurs dialypétales, gamopétales ou apétales.
- Notion:
 - De calice dialysépale ou gamosépales ;
 - D'étamines introrsés ou extrorsés ;
 - D'androcée dialystémone gamostémone ;
 - De gynécée syncarpe ou apocarpe ;
 - D'ovaire super ou infère, et de fleur épigyne, hypogyne ou périgyne.

- Symétrie de la fleur :

- Fleur actinomorphe ;
- Fleur zygomorphe.

-Notion de :

- la fleur hermaphrodite ou unisexuée ;
- la plante monoïque et dioïque.

-Diagramme et formule florale.

3. Les Inflorescences :

-Inflorescences racémeuses : (grappe, épi, corymbe, ombelle et capitule).

- Inflorescences cymeuses : (cyme unipare scorpioïde ou hélicoïde, bipare et multipare).

-Inflorescences mixtes.

CONCLUSION :

- Chaque espèce végétale est caractérisée par une taille, une forme et une organisation particulière. Cela détermine sa morphologie.
- Le phénotype morphologique d'une plante dépend en partie de son environnement.

Deuxième partie: HISTOLOGIE ET ANATOMIE (10h)

Introduction: (30 min)

- Rappeler les particularités de la cellule végétale déjà mentionnées dans le cours de Biologie Cellulaire.
- Préciser les traits distinctifs de la cellule végétale comparativement à la cellule animale.

I- La paroi cellulaire: (2h)

1. Structure de la paroi:

- Différents niveaux de la paroi pectocellulosique.
- Nature chimique de chaque niveau: protéines, composés pectiques, structure fibrillaire de la cellulose.
- Caractéristiques mécaniques de chaque niveau : perméabilité sélective de la Paroi primaire. Imperméabilité et rigidité de la paroi secondaire.

2. Relation entre la composition chimique et les propriétés mécaniques de la paroi:

- Modification de la paroi végétale au cours de la croissance: Rigidification et imperméabilité (lignification, subérification, cutinisation et gélification).

3. Les échanges cellulaires:

- Différents types de ponctuations (simple, bordée et semi-bordée) ;
- Plasmodesmes.

II- Les tissus végétaux: (4h)

A. Les méristèmes :

A1. Méristèmes primaires:

-Caractéristiques des cellules méristématiques (taille, forme, organites, nature de la paroi et activité mitotique).

- Localisation des méristèmes primaires.

- Point végétatif caulinaire (structure et rôle dans la croissance en longueur de la tige).

- Point végétatif racinaire (structure et rôle dans la croissance en longueur de la racine).

A2. Méristèmes secondaires:

- Caractéristiques cellulaires (taille, forme des différentes cellules, nature de la paroi et activité mitotique).

- Localisation de :

- L'assise génératrice libéro-ligneuse ;
- L'assise génératrice subéro-phellodermique.

B. Les tissus de revêtement :

- Caractéristiques des cellules (taille, forme, nature de la paroi) et rôles :

- Epidermes ;
- Rhizoderme ;
- Assise subéreuse et subéroïde.

C. Les parenchymes :

- Caractéristiques et rôles des cellules parenchymateuses en fonction de leur morphologie cellulaire :

- Parenchyme assimilateur ;
- Parenchyme de réserve ;
- Parenchyme aérifère ;
- Parenchyme aquifère.

**Troisième partie: REPRODUCTION ET MULTIPLICATION
VEGETATIVE (8H)**

1. Reproduction sexuée (6h)

A. La fleur :

- Différentes pièces florales (Rappel) :

- Pièce stériles : calice et corolle
- Pièces fertiles :

Androcée (description et morphologie) ;

Gynécée (description du carpelle).

-Différents types d'ovaire.

-Structure de l'ovule.

-Différents types de placentation.

B. La fécondation :

-Formation et description du grain de pollen.

-Notion de gamétophyte mâle.

-Formation et description d'un sac embryonnaire.

-Notion du gamétophyte femelle.

-Définition de la pollinisation.

-Différents types et facteurs de pollinisation.

-Germination de grain de pollen.

- Double fécondation (étapes et les résultats).

**C. Développement de l'ovule en
graine :**

-Organisation générale d'une graine.

-Stades de développement d'un embryon de
Dicotylédone (Eudicots).

<p>D. Développement de la fleur en fruit :</p> <p>2. Multiplication végétative : (2h)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Différents types de graine (albuminée, exalbuminée et graine à périsperme). - Différents types de germination (épigée et hypogée). - Formation du fruit. - Différents types de fruits : Fruits simples (secs et charnus), Fruits multiples et Fruits complexes. <p><u>A- Multiplication végétative naturelle :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Notion de totipotence. - Définition et rôles de la multiplication végétative dans la nature. - Multiplication végétative à partir d'organes non spécialisés (marcottage, bouturage) - Multiplication végétative à partir d'organes spécialisés (stolons, bulbes et bulbilles, tubercules, drageons et rejets) <p><u>B- Multiplication végétative artificielle</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition et buts. - Différentes techniques (éclatage, bouturage, marcottage, greffage et micro-propagation).
---	--

**PROGRAMME DES TRAVAUX PRATIQUES DE BIOLOGIE
VEGETALE -BG1- (15 H)
QUATRE SEANCES DE TP ET UNE SORTIE SUR TERRAIN**

Première Séance (3h)

MORPHOLOGIE DES PLANTES A FLEURS

1- Appareil végétatif :

Observation et dessin :

Racines : différentes zones

Tiges : disposition des bourgeons

Feuilles : analyse et disposition des feuilles (phyllotaxie).

Exemple proposé : Phaseolus vulgaris- Fabacées (Légumineuses).

2-Appareil reproducteur :

Observation et dessin des différentes pièces florales (vue de trois quarts).

Coupe transversale de l'ovaire :
Observation à la loupe et détermination du nombre de loges carpellaires et d'ovules.

Dessin du diagramme floral de l'échantillon (en vue de face).

Détermination de la formule florale.

Matériel végétal proposé :

Diplotaxis erucoïdes (Brassicacées) ou

Oxalis cernua (Oxalidacées) ou *Plumbago auriculata* (Plumbaginacées) ou *Lilium* (Lys) (Liliacées).

	<p>Matériel végétal <u>proposé</u> :</p> <p><i>Iris germanica</i>-Iridacées</p> <p><i>Ranunculussp.</i>-Ranunculacées</p>
<p>Troisième Séance (3h)</p> <p><u>ANATOMIE DE LA TIGE ET DE LA FEUILLE</u></p>	
<p>1- <u>Anatomie de la tige</u> :</p>	<p>Observation microscopique de la structure primaire d'une coupe transversale de tige de Monocotylédones.</p> <p>Observation microscopique des structures primaire et secondaire sur une coupe transversale de tige de Dicotylédones (Eudicots).</p> <p>Schémas conventionnels (de la structure primaire des deux échenillions observés) et interprétations.</p> <p>Matériel végétal <u>proposé</u> :</p> <p><i>Ruscus</i> <i>shypophyllum</i>-Asparagacées (Liliacées)</p> <p><i>Ecballium elaterium</i>- Cucurbitacées</p> <p><i>Salvia officinalis</i> - Lamiacées</p>

<p>2- <u>Anatomie de la feuille :</u></p>	<p>Observation microscopique d'une coupe transversale de feuilles de Monocotylédones et de Dicotylédones (Eudicots)].</p> <p>Schémas conventionnels des deux coupes observées et interprétations.</p> <p>Matériel végétal <u>proposé :</u></p> <p><i>Olea europea</i>-Oléacées</p> <p><i>Amplodesma mauritanica</i> -Poacées (Graminées)</p>
<p>Quatrième Séance (3h)</p> <p><u>ETUDE DE GRAINESET DE FRUITS</u></p>	
<p>1- <u>Les graines :</u></p>	<p>Observation de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Graines albuminées : Coupe transversale d'une graine dicotylée (<i>Ricinus communis</i>– Euphorbiacées) <p>Dessin et interprétations.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Graines exalbuminées : Coupe transversale d'une graine de <i>Phaseolus vulgaris</i>- Fabacées (Légumineuses) <p>Dessin et interprétations.</p> <p>Comparaison des deux types de graines étudiées.</p> <p>En démonstration :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Caryopse de maïs (<i>Zea mays</i> – Poacées).

2- Les fruits :

Observation de différents types de fruits.
Identification des caractéristiques et de l'origine de chacun :

- **Fruits charnus** : baies (simples et composées) ;
- **Fruit partiellement charnu** : drupes (simples et composées) ;
- **Fruits secs** : déhiscents et indéhiscents ;
- **Fruits complexes (pseudo-fruit)** ;
- **Fruit composés (exemple d'infrutescence)**.

Exemples proposés :

Grains de raisin : [(*Vitis vinifera*-Ampélidacées-(Vitacées)] ;

Tomate (*Solanum lycopersicum*-Solanacées)

Citron (*Citrus limon*- Rutacées)

Framboise (*Rubus idaeus*-Rosacées)

Prune (*Prunus persica*- Rosacées)

Olive (*Olea europea*-Oléacées)

Petits pois (*Pisum sativum*-Fabacées)

Noisette (*Corylus avellana*- Betulacées)

Pomme (*Malus pumila* -Rosacées)

Fraise (*Fragaria vesca*-Rosacées)

Figue (*Ficus carica*- Moracées)

Ananas (*Ananas comosus*-Broméliacées)

SORTIE FLORISTIQUE

Cette sortie vise à observer les notions vues dans le cours et les travaux pratiques :

- Reconnaître les trois ports des Angiospermes: herbacé, arbustif et arborescent ;
- Reconnaître les différents types de fleurs et d'inflorescences ;
- Reconnaître les différents types de feuilles (forme, phyllotaxie).

NB : Les exemples cités dans ce programme restent des propositions, à l'enseignant de choisir le matériel végétal disponible.

Programme de Botanique du Cycle Préparatoire
Biologie - Géologie (BG2)

30 heures de cours (un devoir, un examen et un test écrits)
15 h de travaux pratiques (des comptes rendus et un examen TP)

-SECTION I-

Place des végétaux dans le monde vivant
(6H)

I-Evolution des systèmes de classification :

A- La classification classique : les grands traits évolutifs du monde végétal et diversité

1- Structure cellulaire:

2- Organisation structurale du végétal:

3- Présence ou absence de vascularisation :

4- Expression de la sexualité :

Représentation classique du règne végétal (bases morphologiques et anatomiques, puis cytologiques et biologiques): Préciser les quatre principaux critères de la classification classique. Identifier les groupes de végétaux en se basant sur chacun des critères cités.

Différence entre les êtres **procaryotes** et **eucaryotes**: Souligner l'absence de la reproduction sexuée typique chez le premier groupe. Citer les sous-groupes des procaryotes:

- Les bactéries
- **Les cyanobactéries** (Algues bleues).

- **Thallophytes** : Appareil végétatif réduit à un thalle (Algues, Champignons et Lichens)
- **Cormophytes** : Présence d'un Cormus (Bryophytes, Ptéridophytes et Spermaphytes)

- **Arhizophytes**: Plantes non vasculaires (Thallophytes et Bryophytes)
- **Trachéophytes** : Plantes vascularisées (Ptéridophytes et Spermaphytes)

- **Cryptogames** : Dissémination par l'intermédiaire des spores (Thallophytes, Bryophytes, et Ptéridophytes).
- **Phanérogames** : Organes de reproduction spécialisés. Dissémination par l'intermédiaire de

C- Place des végétaux dans le monde vivant:

- **Principe et objectifs :**
 - Constitutions de clades, regroupant l'ancêtre commun et ses descendants
 - Formation d'arbres phylogénétique dont les branches se séparent à la faveur d'innovation évolutives
 - Comparaison des acides aminés et de l'ARN pour constituer des clades ou taxons monophylétiques
 - Mise en évidence des groupes polyphylétiques (dérivant de 2 ou plusieurs ancêtres)

L'ancien monde végétal est scindé en **Viridiplantae ou lignée verte** [algues vertes et rouges + plantes terrestres], **le règne des Fungi et la lignée brune** (algues brunes).

La nouvelle division de l'ancien monde végétal se base sur l'apparition du chloroplaste d'où l'étude de l'origine des plastes et **la théorie de l'endosymbiose** (signaler que les algues brunes ne font plus partie des viridiplantae).

Insister sur le fait que :

- Les protistes sont des eucaryotes unicellulaires. On se limite à l'étude des **protistes à affinité végétale** (phycophytes) et **les protistes à affinité fongique** [les protistes à affinité animale vus en Biologie Animale] ;
- Les champignons forment un règne à part : **règne des Fungi** ;
- **Les algues brunes** font partie de **La lignée brune** ;
- **La lignée verte** est caractérisé par un chloroplaste à double membrane qui contient de la chlorophylle a.
- **La lignée verte** renferme ; Les algues rouges (**Rhodophytes**), les **Chlorophytes** [algues vertes ou **Phycophytes**, les **Charophytes** et le **règne des plantes vertes terrestres** ou **Embryophytes** (Bryophytes, Lycophytes, Spermaphytes)] ;
- **Les deux clades de Rhodophytes**

<p>III-Etude d'un exemple de protiste filamenteux : <i>Spirogyra</i></p> <p>A-Morphologie :</p> <p>B- Reproduction :</p> <p>B1- Multiplication végétative :</p> <p>B2- Reproduction asexuée :</p> <p>B3-Reproduction sexuée :</p> <p>V- Rôles et utilités des protistes :</p>	<p>Décrire l'archéthalle filamenteux. Expliquer le mode de croissance.</p> <p>Décrire les modes de multiplication végétative.</p> <p>Décrire la sporulation directe.</p> <p>Définir le type de gamie. Etudier le cycle de reproduction et définir les éléments clés.</p> <p>Indiquer l'importance des protistes dans le biotope. Signaler le rôle de certains protistes dans la fermentation industrielle. Mentionner brièvement les dégâts de certains protistes fongiques parasites des végétaux.</p>
--	---

Chapitre II (3H)
Le Règne des Fungi

<p>I. Introduction :</p>	<p>Insister sur le fait que les Champignons ne font plus partie du monde végétal. Mentionner leur hétérotrophie. Indiquer les trois modes de vie des champignons : saprophyte, parasite, symbiotique.</p> <p>Rappeler les critères de l'ancienne classification (thalle, spores).</p> <p>Expliquer <u>brièvement</u> la classification phylogénétique des Champignons et mentionner les différents phylums (ou divisions):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chytridiomycètes • Gloméromycètes • Zygomycètes • Ascomycètes • Basidiomycètes
---------------------------------	---

<p>II- Caractères généraux :</p> <p>III- La Reproduction :</p> <p>A- La multiplication végétative :</p> <p>B- La reproduction asexuée :</p> <p>C- La reproduction sexuée :</p> <p>IV- Rôle des champignons :</p>	<p>Signaler les principaux caractères : la présence du noyau, les organites cellulaires (vacuole centrale, noyau pariétal...), la nature de la paroi et les différents types du thalle de champignons.</p> <p>Expliquer la formation de fructification chez certains champignons (ascocarpe « apothécie et périthèce » et hyménium « carpophore »).</p> <p>Signaler les différentes méthodes de la multiplication végétative.</p> <p>La sporulation directes et les spores asexuées (haploïdes ou diploïdes, mobiles ou immobiles, endogènes ou exogènes).</p> <p>Monter les différents types de gamie.</p> <p>Etudier <u>les cycles de reproduction sexuée</u> chez <i>Rhizopus</i>, <i>Coprinus</i> et <i>Peziza</i> (type de gamie, éléments clés et les différentes phases).</p> <p>Signaler le rôle des champignons dans la chaîne trophique et mentionner brièvement leur utilisation dans les domaines industriel et pharmacologique.</p>
<p>LES LICHENS (30 min)</p>	
<p>I-Introduction :</p>	<p>Préciser que Les Lichens (association symbiotique entre algue-champignons):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ne constituent pas un rang taxonomique ; • sont des organismes doubles ; • résultent de l'union d'un champignon avec une algue ou une Cyanobactérie ; <p>Expliquer les raisons de la symbiose entre le champignon et l'algue.</p>

II-Morphologie et structure :	Signaler les différents types de thalle sec . Montrer <u>la structure anatomique d'un lichen sec hétéromère</u> .
III-Reproduction : A- Multiplication végétative : B- Reproduction sexuée :	Fragmentation du thalle. Production de propagules (isidies, soridies). Prédominance de la reproduction fongique.

CHAPITRE III (2H)
LA LIGNEE BRUNE
(les algues brunes)
Les Phéophytes

I- Introduction : II- Etude d'un exemple de Phéophyte: <i>Fucus vesiculosus</i> A-Appareil végétatif : B-Mode de croissance : C- Reproduction : C1-Multiplication végétative :	Signaler que ce groupe: <ul style="list-style-type: none"> • renferme des <u>organismes eucaryotes, autotrophes, pluricellulaires</u> et qui sont presque tous marines • présente des plastes à quatre membranes riches en fucoxantine (xantophylles) d'où son appartenance à Lignée brune. • possède un appareil végétatif, très diversifié, non différencié en organe (thalle) • secrète des composés phénoliques à l'intérieur de vésicules appelées physodes. Etudier l'appareil végétatif (Thalle fucoïde) Définir le cladome avec ces différentes parties. Montrer la croissance apicale et la ramification dichotomique du thalle. Expliquer la fragmentation du thalle. Décrire la reproduction asexuée via la sporulation directe.
---	--

<p>C2- Reproduction asexuée :</p>	<p>Mentionner les changements morphologiques du thalle au moment de la reproduction.</p>
<p>C 3-Reproduction sexuée :</p>	<p>Expliquer l'oogamie en insistant sur les critères d'évolution de ce type de gamie.</p> <p>Décrire <u>le cycle de reproduction</u> en identifiant <u>les éléments clés</u> et <u>les différentes phases</u>.</p>
<p>III-Importance et utilité des Algues brunes:</p>	<p>Indiquer le rôle des algues brunes dans le biotope. Signaler l'utilisation de ces algues.</p>

**-SECTION II-
Les Viridiplantae**

**CHAPITRE I
LES RHODOBIONTES (les algues rouges) (2H)**

<p>I-Introduction :</p>	<p>Rappeler la théorie de l'endosymbiose (origine des algues rouges) : Insister sur la classification des Rhodobiontes dans la lignée verte qui renferme des organismes avec des chloroplastes à double membrane contenant de la chlorophylle a. Signaler que ce groupe monophylétique est caractérisé par la présence de phycoérythrine.</p> <p>Caractéristiques des algues rouges : eucaryotes, autotrophes, pluricellulaires (Métaphytes), à majorité marines.</p>
<p>II- Etude d'un exemple de Rhodophytes : <i>Anthithamnion plumulosa</i></p> <p>A- Appareil végétatif et croissance :</p> <p>B- Reproduction :</p> <p>B1-Multiplication végétative :</p>	<p>Etudier l'appareil végétatif (thalle cladomien).</p> <p>Les modes de multiplication végétative.</p>

<p>B2- Reproduction asexuée :</p> <p>B3-Reproduction sexuée :</p> <p>III- Utilisation des Algues rouges:</p>	<p>Rappeler la sporulation directe dans des sporocystes.</p> <p>Rappeler la trichgamie. Décrire le cycle de reproduction en identifiant les éléments clés des générations de ce cycle.</p> <p>Signaler brièvement certaines utilisations des algues rouges dans le domaine agro-alimentaire et cosmétique.</p>
<p>CHAPITRE II LES CHLOROBIONTES A- LES ALGUES VERTES (2H) (Chlorophytes et Charophytes)</p>	
<p>I-Introduction :</p> <p>II- Etude d'un exemple d'Ulvophyceae : <i>Ulva lactuca</i></p> <p>A- Appareil végétatif:</p> <p>B-Reproduction :</p>	<p>Relations phylogénétiques entre les différents groupes de la lignée verte.</p> <p>Mentionner les principaux caractères (l'appareil végétatif, la structure des chloroplastes, la nature des pigments photosynthétiques et des réserves et les pyrénoides).</p> <p>On observe l'arbre qui schématise les différents groupes de la lignée verte et on commence l'étude groupe par groupe, à travers un exemple type tout en précisant les caractères dérivés propres (évolutifs) :</p> <p>Les Chlorophytes (Chlorophyceae, Ulvophyceae), les Streptophytes (Charophytes et les Embryophytes).</p> <p>Montrer la structure foliacée du thalle. Signaler l'élargissement du thalle par mitose.</p>

<p>B1-Reproduction asexuée :</p> <p>B2- Reproduction sexuée :</p> <p>III- Etude d'un exemple de Charophyceae :<i>Chara sp.</i></p> <p>A- Appareil végétatif:</p> <p>B- Reproduction :</p> <p>V- Utilisation des Algues vertes:</p>	<p>Sporulation directe.</p> <p>Décrire le cycle de reproduction (type de gamie, éléments clés et différentes phases).</p> <p>Mentionner que la famille des Charophyceae est paraphylétique.</p> <p>Insister sur le degré de complexité du cladome et l'homologie de sa structure avec la tige aérienne des plantes terrestres.</p> <p>Insister sur la protection des organes reproducteurs qui simulent les gamétanges. Décrire le cycle de reproduction.</p> <p>Mentionner que les <i>Charales</i> constituent d'excellents révélateurs de la bonne santé écologique des milieux qui les abritent. Signaler brièvement certaines utilisations des algues vertes.</p>
--	---

CHAPITRE II
LES CHLOROBIONTES
A- LES EMBRYOPHYTES
B-1 : Les Bryophytes *sensu lato*
(3H)

<p>I- Introduction</p>	<p>Les Bryophytes <i>sensu lato</i> regroupent: les Marchantiopsida (Hépatiques), les Anthocéropsida (les Anthocérotes) et les Bryophytes "<i>sensu stricto</i>".</p> <p>Citer les caractéristiques générales des Bryophytes <i>sensu lato</i> ainsi que les caractéristiques distinctives de chacun des groupes.</p> <p>Insister sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le passage de la structure en cyste (sporocystes et gamétocystes) à celle en ange (sporangies et gamétanges). • L'adaptation à la vie terrestre. <p>NB : on se limite à l'étude de deux exemples : <i>Marchantia sp.</i> et <i>Polytrichum sp.</i> Pour chaque espèce, on étudie l'appareil végétatif et la reproduction.</p>
-------------------------------	---

<p>II- Morphologie et reproduction :</p> <p>A- L'appareil végétatif :</p> <p>B- Reproduction :</p> <p>B1- la multiplication végétative :</p> <p>B2- La reproduction sexuée :</p> <p>III- Rôle des Bryophytes <i>sensu lato</i> dans la biosphère</p>	<p>Etudier l'appareil végétatif de point de vue morphologique et anatomique.</p> <p>Insister sur la présence des rhizoïdes et l'absence des tissus conducteurs.</p> <p>Les modalités de la multiplication végétative.</p> <p>Etudier la structure de l'anthéridie et de l'archégone Caractéristiques des gamètes mâles et femelles.</p> <p>Décrire les cycles de reproduction de <i>Marchantia</i> et <i>Polytrichum</i> (type de gamie, éléments clés, notion de protonéma, différentes générations).</p> <p>Montrer les particularités de sporophyte chez les deux exemples étudiés.</p> <p>Signaler certains rôles des Bryophytes.</p>
--	---

CHAPITRE II
LES CHLOROBIONTES
B- LES EMBRYOPHYTES
B-2 : Ptéridophytes *sensu lato*(2H30min)
(Les Lycophytes et les Moniliformopses)

<p>I-Introduction :</p> <p>II- Appareil végétatif et de reproduction <i>Polypodium vulgare</i>:</p>	<p>Les Ptéridophytes <i>sensu lato</i> regroupent les Lycophytes, les Moniliformopses (Sphénophytes et Filicophytes).</p> <p>Mentionner les caractères généraux et insister sur la présence des tissus conducteurs primaires chez les espèces actuelles.</p> <p>Etude de l'appareil végétatif: étudier les éléments constitutifs (fronde, racine et feuilles écailleuses); la croissance et l'anatomie de la stèle.</p>
---	--

<p>A- Le sporophyte :</p> <p>B- Le gaméophyte et la reproduction sexuée :</p> <p>III- Etude d'un exemple de Lycophytes : <i>Selaginella sp.</i></p> <p>A- Morphologie de l'appareil végétatif:</p> <p>B- Reproduction sexuée :</p>	<p>Rappeler la structure des sporanges.</p> <p>Mentionner que les sporanges et les sores divisent <u>les Ptéridophytes <i>sensu lato</i></u> en Leptosporangiés et Eusporangiés.</p> <p>Donner les notions suivantes : <u>Sores, isosporie, isosporangie</u></p> <p>Définir le gaméophyte. Décrire le cycle de reproduction de <i>Polypodium</i> (type de gamie, éléments clés, phases, isoprothallie, parasitisme transitoire du jeune sporophyte).</p> <p>Etude de l'appareil végétatif (sporophyte portant les sporanges). Donner les notions suivantes : <u>Strobile, hétérosporie, hétérosporangie.</u></p> <p>Décrire le cycle de reproduction (type de gamie, différentes phases). Insister sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les origines des gaméophytes (mâle et femelle) ; • <u>L'hétéroprothallie ;</u> • <u>L'endoprothallie ;</u> • L'autonomie du prothalle femelle ; • <u>Ledébut d'accumulation des réserves au niveau du prothalle femelle ;</u> • Le parasitisme transitoire du jeune sporophyte au dépend du prothalle femelle.
<p>CHAPITRE II LES CHLOROBIONTES B- LES EMBRYOPHYTES B-3 : Les Gymnospermes <i>sensu lato</i> (Les Pinophytes, les Cycadophytes, les Ginkgophytes et les Gnétophytes) (3H)</p>	
<p>I- Introduction :</p>	<p>Classification des Spermatophytes (plantes à ovules) :</p>

<p>II-Etude des Gymnospermes <i>sensu lato</i>:</p> <p>A- Appareil végétatif et reproduction sexuée d'une Ginkgophyte : <i>Ginkgo biloba</i></p> <p>B- Appareil végétatif et reproduction sexuée d'une Pinophyte : <i>Pinus halepensis</i> :</p> <p>C- Appareil végétatif et reproduction sexuée d'une Gnetophytes : <i>Ephedra</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les Coniferophytes (les Gymnospermes) renferment les Ginkgophytes, les Pinophytes, les Cycadophytes, les Gnetophytes. • Les Anthophytes (les Angiospermes) <p>Caractéristiques des Spermaphytes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apparition de l'ovule et du grain de pollen (Gymnospermes et Angiospermes) • Evolution de l'ovule, au sein du groupe des Gymnospermes, avant et après la fécondation et son rapport avec la plante mère (notion de pré-graine et de graine) • Les différents groupes des Gymnospermes en sens large (caractères anatomiques). <p>Montrer le port Identifier les différentes parties de l'appareil végétatif. Insister sur la pré-graine.</p> <p>Etude de l'appareil végétatif (dimorphisme caulinaire et foliaire). Observation des différentes parties des cônes, mâle et femelle, et interprétation de l'homologie avec la fleur des Angiospermes. Décrire la pollinisation et la fécondation.</p> <p>Décrire le cycle de <i>Pinus halepensis</i> (type de gamie, générations et éléments clés).</p> <p>Etude de l'appareil végétatif et reproducteur mâle et femelle. Décrire la pollinisation et la fécondation.</p>
---	---

CHAPITRE II
LES CHLOROBIONTES
B- LES EMBRYOPHYTES
B-4 : Les Angiospermes (4H)

I- Introduction :

Caractères généraux :

- Ovules enveloppés dans des carpelles ;
- Grains de pollen bi- ou tri-cellulaires ;
- Double fécondation, graines dans des fruits ;
- Bois hétéroxylé avec de vrais vaisseaux ;
- Liber avec cellules compagnes.

Classification des Angiospermes (APGIII) :
 Citer les différents groupes en signalant les caractères généraux:

- 1. Les Protoangiospermes**
- 2. Les Euangiospermes (monoapturées et triapturées)**

II-Les caractères généraux :
A- Les Protoangiospermes

Signaler que les Protoangiospermes est un groupe paraphylétique qui possèdent des caractères archaïques:

- Fleur spiralée ;
- Périclype à tépales ;
- Pollen monoaperturé ;
- Carpelles libres ou fermés par une sécrétion.

B-LesEuangiospermes :
B1- Les Magnoliidées :

Citer les principaux caractères archaïques :

- Fleur à nombreuses pièces florales en hélice ou trimère ;
- Pollen à 0 ou 1 seule ouverture ;
- Carpelles séparés ;
- Feuilles simples ;
- Deux cotylédons.

TRAVAUX PRATIQUES DE BOTANIQUE

(5 séances et une sortie sur terrain)

La séance : 1H TD + 2H TP

Les séances de TD et de TP sont réalisées afin que l'étudiant soit capable :

- D'analyser l'appareil végétatif des différents groupes étudiés ;
- D'identifier l'appareil reproducteur spécifique de chaque groupe ;
- De déduire le type de cycle de reproduction et le type de gamie.

Au cours de chaque séance de travaux pratiques, un compte rendu personnel doit être préparé (schémas et conclusions). La sortie botanique est rentabilisée en tant qu'une séance de travaux pratiques.

Séance 1 Les Protophytes et les Champignons	
I- Etude des Protophytes: <i>Spirogyra</i>	Etude de l'appareil végétatif et de la reproduction sexuée
II-Etude des Champignons : <i>Rhizopus</i>	Etude de l'appareil végétatif, de la reproduction asexuée et sexuée. En démonstration: la fructification de <i>Coprinus</i> ou <i>Peziza</i> En démonstration : l'appareil conidien d' <i>Aspergillus</i>
Séance 2 LES ALGUES	
I- Les Algues A- Etude des organes de la reproduction sexuée de <i>Fucus</i> sp. :	<ul style="list-style-type: none">• Observation d'un conceptacle mâle et dessin d'un spermatocyste.• Observation d'un conceptacle femelle et dessin d'un oocyste.

Séance 5
Les Gymnospermes

Etude de *Pinus halepensis* :

Etude de l'appareil végétatif et des organes reproducteurs mâle et femelle :

- Dissection d'un cône mâle (observation des écailles staminales)
- Observation des grains de pollen à ballonnets.
- Dissection d'un cône femelle (observation des écailles ovulifères)

En démonstration : observation microscopique d'ovule de *Ginkgo biloba* en coupe.

Programme de Biologie du Cycle Préparatoire

Biologie - Géologie (BG1)

20 heures de cours (première année ; deuxième semestre)

un devoir, un examen et un test écrits

8 h de travaux dirigés

Programme du cours de Biologie Moléculaire et Génomique	Commentaires
<p>I/ Introduction et Historique : (1 heure) I-1 Définition de l'hérédité I-2 Historique</p> <p>II/Organisation des génomes des Eucaryotes et Procaryotes : (4 heures) II-1 Découverte de l'ADN II-2 Structure de l'ADN II-3 Propriétés de l'ADN II-4 Structure des chromosomes II-2 Réplication de l'ADN II-2 Application de la réplication in-vitro : PCR</p> <p>III/expression des gènes : Transcription et Traduction : (8 heures)</p> <p>III-1 Transcription III-1-1 L'ARN : Intermédiaire de l'information génétique III-1-2 Propriété de l'ARN III-1-3 Mécanisme de la Transcription III-1-4 Comparaison des gènes des Eucaryotes et des Procaryotes III-1-5 Transcription inverse</p>	<p>La notion de l'hérédité est introduite comme étant une transmission de la variation intraspécifique au cours de la reproduction sexuée. On rappelle par la suite les grands événements qui ont marqué l'histoire de la génétique (dès les travaux de G.Mendel jusqu'au projet génome Humain).</p> <p>Expériences mettant en évidence que le support de l'information génétique est portée par l'ADN ou l'ARN dans le cas des virus. L'accent sera mis sur la composition et la structure en double hélice de l'ADN. Conditions de dénaturation et de renaturation de l'ADN en application dans des expériences d'hybridation. description des différents degrés d'enroulement de l'ADN jusqu'à la formation du chromosome. Histones, rôle des histones, degrés d'enroulement, nucléosomes... mise en évidence et signification des hétérochromatines et des euchromatines. Brève comparaison entre les organismes Eucaryotes et Procaryotes au niveau structure chromosomiques. Le schéma des mécanismes de réplication semi conservative : brin continu et brin discontinu est également expliqué. Principe de la PCR (bref aperçu).</p> <p>Expériences mettant en évidence l'ARN intermédiaire de l'information génétique (expérience de marquage). Description des trois étapes de la Transcription Donner une idée générale sur la structure des gènes Eucaryotes et Procaryotes, de leurs ARNm. Citer la RT-PCR comme exemple de Transcription inverse in-vitro.</p>

<p>III-2 Traduction III-2-1 Le code génétique III-2-2 L'Anticodon</p> <p>III-2-3 Le Ribosome III-2-4 Les mécanismes de Traduction III-2-5 Notion d'opéron</p> <p>IV/ les mutations : (2 heures) IV-1 Mutations géniques IV-2 Mutations chromosomiques IV-3 Mutations du génome</p>	<p>Démonstration théorique du code en trois lettres et détail du code génétique et ses propriétés (exercices de TD pour cette partie). L'ARNt et son attachement à l'AA spécifique grâce à l'enzyme ARNt synthétase. Descriptions et composition des ribosomes chez les Eucaryotes et Procaryotes. Description brève des trois étapes de la Traduction sans détailler les facteurs impliqués. Traiter l'opéron lactose comme exemple de régulation de l'expression.</p> <p>Il s'agit des mutations géniques encore appelées factorielles ou ponctuelles et des mutations chromosomiques soit au niveau des remaniements de la structure ou du nombre chromosomiques. On traitera également le cas des mutations somatiques et les différentes méthodes d'inductions des mutations.</p>
Programme du cours de la Génétique des Haploïdes	Commentaires
<p>I/ Conséquences de la division cellulaire sur la transmission du matériel héréditaire : (2 heure) I-1 Brassage inter chromosomiques I-2 Brassage intra chromosomiques</p> <p>II/ Conséquences génétiques de la reproduction sexuée au niveau des organismes haplobiontiques : (13 heures : 5 heures cours et 8 heures TD)</p> <p>II-1 Cycle biologique de <i>Neurospora crassa</i> II-2 Dimorphisme « de signe » et analyse des tétrades II-3 Fréquence de post-réduction et distance locus-centromère : cas d'un seul gène II-4 Cas de deux gènes : ségrégation indépendante II-5 Cas de deux gènes : ségrégation indépendante limitée (liaison génétique) II-6 Calcul des distances et carte factorielle II-7 Test trois points</p>	<p>Toute cette partie sera traitée sous forme de rappel. Elle est indispensable pour la compréhension du reste du programme.</p> <p>L'étude des processus de la transmission du patrimoine héréditaire est fondée sur la reproduction sexuée. On se limitera ici aux organismes supérieurs dont le matériel génétique est porté par les chromosomes. Pour illustrer ce mécanisme on peut choisir comme matériel biologique haploïde soit <i>Neurospora crassa</i> ou <i>Sordaria macrospora</i>. On insistera surtout sur l'étude des ségrégations d'un et de deux couples d'allèles. Etablissement des cartes factorielles avec ou sans calcul des distances (test trois points).</p>

**Programme de Physiologie Animale du Cycle Préparatoire
Biologie - Géologie (BG2)
30 heures de cours
10 h de Travaux dirigés
(un devoir, un examen et un test écrit)**

Ce programme est destiné à permettre aux étudiants d'assimiler les lois naturelles qui régissent le fonctionnement de divers organes à l'intérieur d'un organisme animal. Cet organisme est lui-même capable d'intégrer tous les éléments variables de son milieu environnant afin de s'y adapter tout en maintenant l'intégrité de son unité fonctionnelle à travers les corrélations hormonales mais aussi nerveuses.

Ce programme s'inscrit entre deux continuités, tout d'abord avec Les programmes rénovés de l'enseignement secondaire et d'autre part avec les enseignements partagés dans les écoles d'ingénieurs voir même avec les enseignements universitaires. Ce programme définit des contenus (faits, modèles concepts..) qui constituent non seulement une base de connaissances de premier ordre indispensables à l'organisation du savoir, pour préparer des étudiants avec un niveau requis pour poursuivre avec succès leur cursus d'ingénieurs, de chercheur voir même de scientifique, mais aussi pour permettre de se former tout au long de leur vie.

Le programme est présenté en trois colonnes.

- La colonne à gauche comprend les thèmes des chapitres.
- La colonne du centre comprend les éléments centraux de chaque thème
- La colonne à droite comprend les diverses informations destinées à préciser ces attendus.

Chapitres	contenus	Capacités exigibles
<p>Le premier chapitre :</p> <p style="text-align: center;">La physiologie intégrative (8 h)</p>	<p>Introduction à la physiologie intégrative et la notion d'homéostasie</p> <p>I. Les compartiments liquidiens de l'organisme</p> <p>1. Le sang :</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguer les compartiments liquidiens de l'organisme. • Préciser la composition du milieu intérieur • Rappeler l'organisation générale du système circulatoire : circulation systémique et circulation pulmonaire. • Présenter les différents segments vasculaires. <p>l'appareil circulatoire est un système de distribution à haut débit de nutriments, de gaz...au sein de l'organisme. Le cœur est une pompe qui met le sang sous pression, la pression artérielle moyenne est la résultante de paramètres circulatoires (débit et résistance vasculaire) et du débit cardiaque.</p>

	<p>1.1.2 Les Globules Blancs = Leucocytes</p> <p>a- Caractères généraux : forme, taille, nombre, durée de vie, origine.</p> <p>b- Rôle des différents types de globules blancs</p> <p>1.1.3 Les plaquettes = Thrombocytes</p> <p>a - Caractères généraux : forme, taille, nombre, durée de vie, origine.</p> <p>b- Rôle des plaquettes : l'hémostase</p> <p>c-Schéma simplifié de la coagulation sanguine</p> <p>1.2 Le plasma</p> <p>a- Composition (protéines de constitution et lipoprotéines)</p> <p>b- Notion d'équilibre électrolytique (notion de mEq de cations et d'anions)</p> <p>c- Notion d'équilibre osmotique : osmolarité et mosmoles (isotonie, plasmolyse et turgescence)</p> <p>d- Notion de pression oncotique : (notion d'albuminurie et d'albuminémie)</p> <p>e. Le pH, équilibre acido-basique</p> <p>2. La lymphe</p> <p>2.1 Origine</p> <p>2.2 différents types (liquide interstitiel, lymphe canalisée et liquide transcellulaire)</p> <p>2.3 rôle du système lymphatique (drainage, immunitaire et digestif)</p>	<p>- Présenter les types de leucocytes, les lignées de différenciation et la formule leucocytaire.</p> <p>- Détailler le rôle des LB, LTC, LT4, LT8, L mémoires</p> <p>- Mettre en valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le rôle des anticoagulants : héparine, EDTA • la dégradation du caillot sanguin • l'équilibre hémostatique : entre activateurs et inhibiteurs ou procoagulants et anticoagulants, • la notion de déséquilibre hémostatique : hémorragies et thromboses <p>- Préciser le rôle des différentes protéines de constitution plasmatiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'albumine : Pression Oncotique et transport non spécifique • les Globulines : transport spécifique et anticorps : différents types d'anticorps, structure d'un anticorps, • le fibrinogène : la coagulation • les LDL et HDL
--	--	---

	<p>II- Echanges entre les compartiments liquidiens de l'organisme</p> <p>1. les échanges hydriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>entre plasma et liquide interstitiel (pression oncotique et pression hydrostatique)</i> • <i>entre compartiments intra et extracellulaire (pression osmotique)</i> <p>2. les échanges électrolytiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>entre plasma et liquide interstitiel (neutralité des protéines : équilibre de Donnan : perméabilité passive)</i> • <i>entre compartiments intra et extracellulaire (Notion de pompe sodium : perméabilité active)</i> 	<p>Montrer la mise en place entre les compartiments liquidiens de l'organisme, d'un équilibre dynamique et non statique</p> <p>Discuter la notion d'homéostasie.</p>
<p>Le deuxième chapitre :</p> <p>Le système nerveux (10h)</p>	<p>I. Organisation générale du système nerveux:</p> <p>1. Différentes parties du système nerveux : SNC et SNP (système nerveux somatique et système nerveux végétatif).</p> <p>2. Différents types cellulaires : la cellule nerveuse ou neurone et les cellules gliales</p> <p>II- Physiologie de la cellule nerveuse</p> <p>1. Structure</p> <p>2. Physiologie</p> <p>2.1 Les potentiels de membrane : propriétés et origine</p> <p>2.1.1 Le potentiel de repos</p> <p>2.1.2 Le Potentiel électrotonique ou local présence</p>	<p>- Présenter l'organisation générale du système nerveux cérébrospinal.</p> <p>- Signaler l'importance des méninges, de la barrière hémato-encéphalique, du liquide cérébrospinal, de sa circulation, et de la présence de ventricule.</p> <p>- Montrer la présence majoritaire des cellules gliales dans le du tissu nerveux,</p> <p>- Attribuer à chaque type les rôles correspondants.</p> <p>- Signaler la subdivision du neurone en dendrites soma, axone, et arborisation terminale.</p> <p>- Définir le transport axonal antigrade et rétrograde</p> <p>- Construire la notion des canaux ioniques, du potentiel d'équilibre de l'ion et de l'équation de Nernst</p>

	<p>4. Les neurotransmetteurs : différents classes et devenir après action (mimétique et lytique).</p> <p>Exemple à traiter : acétylcholine et noradrénaline et leurs types de récepteurs</p> <p>IV. Le système nerveux végétatif</p> <p>1. Structure anatomique et physiologie du système nerveux végétatif</p> <p>a- Le système nerveux parasympathique (notion de neurotransmetteurs pré et post ganglionnaires, rôles sur les organes vitaux)</p> <p>b- Le système nerveux sympathique (notion de neurotransmetteurs pré et post ganglionnaires, rôles sur les organes vitaux)</p> <p>c- Les Centres de régulation hypothalamiques et bulbaires.</p>	<p>- Mettre au point le concept des neuromédiateurs ou neurotransmetteurs, des neuro-modulateurs, des agonistes et des antagonistes. des récepteurs muscariniques et nicotiniques.</p> <p>- Donner l'effet des drogues sur la membrane post-synaptique, traiter les exemples de la caféine, du curare et de l'atropine.</p> <p>- Etablir le lien entre le système nerveux végétatif et la médullo-surrénale (notion de ganglion modifié)</p>
<p>Le troisième chapitre :</p> <p>Le système Endocrinien (12 h)</p>	<p>I- Introduction : définition du système endocrinien et de l'hormone</p> <p>II- Les grands types de glandes : endocrines, exocrines et mixtes</p> <p>III- Principales glandes endocrines (axe hypothalamo-hypophysaire, thyroïde, parathyroïdes, pancréas, surrénales et gonades) et leurs hormones.</p> <p>IV- classification des hormones (peptidiques, monoaminées et stéroïdes)</p> <p>V- Biosynthèse, stockage et sécrétion des hormones</p>	

	<p>1- Les hormones peptidiques (pré-pro-hormones, pro-hormones et hormones) <u>Exemple à traiter : Cas de l'insuline</u> (chaîne A, B et peptide C)</p> <p>1- Les hormones dérivées d'acide aminé <u>Exemple à traiter :</u> Les hormones thyroïdiennes (T2, T3, T4) et les hormones de la médullosurrénale (les catécholamines : dopamine, adrénaline et noradrénaline)</p> <p>2- Les hormones stéroïdes (les hormones de la corticosurrénale et des glandes sexuelles)</p> <p>VI- Transport des hormones dans le sang</p> <p>VII- Les mécanismes d'action des hormones sur leurs cellules cibles</p> <p>1- Les voies de communication et de signalisation cellulaire (voie endocrine, paracrine et autocrine)</p> <p>2- Les récepteurs hormonaux</p> <p>3- Les phénomènes déclenchés par la liaison de l'hormone au récepteur</p> <p>a- Cas des hormones hydrophiles (peptidiques et catécholamines) : notion de transduction du signal via un second messager</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Discuter le mode de transport des hormones dans les liquides biologiques : hormone libre et hormone liée - Préciser le rôle des protéines de transports dans la conservation de l'hormone dans les liquides biologiques - Voir la notion de transporteurs spécifique et non spécifique (albumine CBG, SBG, TBG...) - Insister sur le fait que l'hormone agit sur la cellule cible par modulation d'un programme cellulaire préexistant - Décrire le rôle de l'AMPc, et du calcium. Application : cas de l'adrénaline : à action mécanique et à action métabolique
--	--	--

	<p>b- Cas des hormones lipophiles (stéroïdes et thyroïdiennes) : notion d'activation de récepteurs cytoplasmiques et/ou nucléaires</p> <p>VIII- Le Catabolisme et l'excrétion des hormones</p> <p>IX- Les mécanismes de régulation de la sécrétion hormonale</p> <p>1- Régulations nerveuse (SN végétatif) et humorale (ionique, chimique et hormonale)</p> <p>2- Les systèmes de régulation mettant en jeu l'hypothalamus et l'hypophyse a-Notion de rétrocontrôle (positif et négatif, boucle courte et boucle longue)</p> <p>3- Régulation par les récepteurs (internalisation, recyclage et synthèse)</p>	<p>- Définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demie vie • TCM <p>Voir les processus de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'activation, l'inactivation par le métabolisme hépatorénal - La catalyse de la formation d'une hormone active à partir d'une protéine plasmatique <p>Interpréter les corrélations entre l'hypothalamus et la neurohypophyse (corrélation nerveuse, relation directe) d'un côté et l'hypothalamus et l'adenohypophyse de l'autre côté (corrélation hormonale, libérines et statines, relation indirecte vasculaire)</p>
--	---	---

Programme des TD

<p>Les séances de TD : 5 séances</p>	<p>1- Régulation de la glycémie</p> <p>2- Notion de réflexes végétatifs</p> <p>3-4 Régulation de l'équilibre hydro-électrolytique</p> <p>5- Régulation phosphocalcique</p>	<p>Régulation hormonale et nerveuse</p> <p>Reflexe cardio-vasculaire : pression artérielle</p> <p>Réflexe cardio-modérateur et réflexe cardio-accélérateur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Régulation de la volémie et de l'osmolarité plasmatique (ADH, ANF) • Régulation de la kaliémie et de la natrémie (Aldostérone, système rénine-angiotensine). <p>PTH, Calcitonine, Vit D</p>
---	--	---

**Programme de Physiologie Végétale du Cycle Préparatoire
Biologie - Géologie (BG2)**

30 heures de cours (un devoir, un examen et un test écrits)

5 H de Travaux dirigés

10 h de travaux pratiques (des comptes rendus et un examen TP)

SECTION I : SOL-PLANTE-ATMOSPHERE : Relation plante - eau

CHAPITRE I : NUTRITION HYDRIQUE ET MINERALE

Introduction : Les plantes vivent dans un milieu inorganique, composé surtout d'eau, de nutriments minéraux, de dioxyde de carbone et d'oxygène. Le dioxyde de carbone pénètre par les parties aériennes, l'oxygène pénètre à la fois par la partie aérienne et la racine, l'eau et les substances minérales étant absorbées surtout par le système racinaire.

Un système racinaire sain et actif ainsi qu'une bonne disponibilité en eau et en nutriments sont nécessaires à la physiologie de la plante et à son développement

Pour croître et se développer les plantes vertes utilisent l'eau, les ions minéraux et le gaz carbonique (CO₂) du milieu. Dans une première partie il convient d'étudier l'eau qui est d'une extrême importance pour tous les processus vitaux ; en seconde partie les échanges d'ions qui lui sont étroitement liés. Ces éléments minéraux participent aux structures des plantes et contribuent à leurs activités.

A/ La nutrition hydrique (3H)

<p>1-Propriétés de l'eau 1.1. La polarité 1.2. La cohésion 2-Les forces de liaison 3- Teneur en eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définir la polarité et la cohésion - Définir les forces de liaisons de l'eau avec les constituants des systèmes naturels : forces osmotiques; forces matricielles - TE, TER, DH, facteurs de variations (TP)
<p>4-Mouvement de l'eau dans le système Sol-Plante-Atmosphère 4.1. Etapes du mouvement de l'eau 4.2. Forces motrices du mouvement de l'eau 4.3. Transpiration</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire les étapes du mouvement de l'eau : l'absorption racinaire ; le transfert horizontal ; l'ascension dans le xylème ; l'émission dans l'atmosphère (transpiration) - La poussée radiculaire ; l'aspiration foliaire (théorie de la cohésion) - Transpiration (en TP)
<p>5- Les échanges d'eau dans la cellule végétale 5.1. Les membranes biologiques 5.2. La diffusion 5.2.1. La diffusion facilitée 5.2.2. L'osmose 5.3. Le potentiel hydrique</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Importance des membranes biologiques - Définir la diffusion ; la diffusion facilitée ; l'osmose - Le potentiel hydrique se divise en plusieurs composantes : le potentiel osmotique, le potentiel matriciel, le potentiel de pression ou de turgescence, le potentiel de gravitation

B/ La nutrition minérale (3H)

<p>1-Classification 2-Critères d'essentialité</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définir : les macroéléments ; les oligoéléments - Qu'est ce qu'un élément essentiel - Rôles et symptômes de carence (Tableau)
---	---

<p>3-Variations de la composition minérale</p> <p>3.1. Espèces</p> <p>3.2. Age et maturité de l'organe</p> <p>3.3. Composition du sol et facteurs externes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les variations, en fonction de différents facteurs : l'espèce ; l'âge et la maturité de l'organe ; la composition du sol et facteurs externes
<p>4- L'absorption minérale</p> <p>4.1. Les modalités de l'absorption</p> <p>4.2. Le transport dans les membranes</p> <p>4.3. Déroulement de l'absorption en fonction du temps</p> <p>4.3.1. Les doses utiles</p> <p>4.3.2. Destinée des éléments minéraux</p> <p>4.4. Détermination des besoins nutritifs</p> <p>4.4.1. Méthode unifactorielle</p> <p>4.4.2. Méthode à somme constante</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sélectivité, formes d'absorption (ions, chélats) Synergie, antagonisme - Les membranes biologiques : diffusion simple, diffusion facilitée, transport passif, transport actif. - Cinétique de l'absorption (active, passive). Système de Donnan : (définition, formule, conséquences) - Courbe d'action, consommation de luxe - Absorption, accumulation, sécrétion dans le xylème, excrétion.
<p>SECTION II : PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE ET DU DEVELOPPEMENT</p>	
<p>CHAPITRE II : LES PHYTOHORMONES, SUBSTANCES REGULATRICES DU DEVELOPPEMENT (2H)</p>	
<p>Introduction : Les hormones végétales sont des substances responsables de la régulation du développement et de l'intégration des activités des différents organes de la plante. Elles agissent à très faible dose (de l'ordre de 1 µM), généralement loin de leur lieu de production, de manière plus ou moins spécifique sur des cellules ou des tissus, et souvent en interaction les unes avec les autres.</p>	
<p>1- Notion de phytohormone</p> <p>2- Classification</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définition - Les auxines, les cytokinines, les gibbérellines (GA), l'éthylène (C₂H₄), l'acide abscissique (ABA) l'acide jasmonique et l'acide acétyl-salicylique
<p>3- Caractéristiques spécifiques et effets physiologiques</p> <p>3.1. Les phytohormones de la croissance</p> <p>3.1.1. Auxine (AIA)</p> <p>3.1.2. Cytokinines (CKs)</p> <p>3.1.3. Gibbérellines (GAs)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour chaque phytohormone définir le lieu de synthèse, le transport et le mode d'action - Rôles physiologiques
<p>4- Croissance en danger: Hormones du stress</p> <p>4.1. Acide abscissique (ABA)</p> <p>4.1.1 Fermeture des stomates</p> <p>4.1.2. Maturation des graines des pays tempérés</p> <p>4.2. Ethylène</p> <p>4.2.1. Maturation des fruits</p> <p>4.2.2. Abscission</p> <p>4.2.3. Croissance des organes</p> <p>4.2.4. Epinastie</p> <p>4.3. L'acide jasmonique</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour chaque phytohormone définir le lieu de synthèse, le transport et le mode d'action - Rôles physiologiques

4.4. L'acide salicylique

CHAPITRE III : PHYSIOLOGIE DE LA GERMINATION (2H)

Introduction : La germination est un phénomène qui conduit la semence à une *plantule viable* capable de poursuivre son développement. La semence est un organe en *état de vie ralentie*, caractérisé par une activité métabolique réduite. La vie ralentie (latente) est un moyen pour le végétal de résister aux conditions défavorables de l'environnement. La germination peut donc être définie comme l'ensemble des processus qui marquent la reprise des activités métaboliques et des échanges avec le milieu ambiant (surtout échanges d'eau et d'oxygène au départ). Elle débute avec l'imbibition de la semence et s'achève dans les quelques heures qui précèdent la percée des enveloppes par la radicule.

1- Constitution des semences 2- Maturation et longévité des semences 2.1. Maturation morphologique 2.2. Maturation physiologique 2.3. Longévité	<ul style="list-style-type: none">- Définir le terme semence en tant que organe de reproduction de la plante- La maturation morphologique se produit sur la plante mère, et se termine par une déshydratation poussée de la semence- La maturation physiologique correspond à des modifications internes- La longévité est la durée de vie des graines dans les conditions naturelles.
3- Cinétique de la germination	<ul style="list-style-type: none">- Définir la capacité germinative- Définir la vitesse de germination
4- Phases de la germination 4.1. Imbibition 4.2. Germination s.s. 4.3. Croissance de la radicule	<ul style="list-style-type: none">- Définir les phases de la germination phase I ou phase d'imbibition phase II ou phase de germination phase III Croissance de la radicule ou phase de levée
5- Conditions de la germination 5.1. Conditions externes 5.2. Conditions internes	<ul style="list-style-type: none">- Conditions externes Eau, oxygène, température et lumière (semences photolabiles, scotolabiles et indifférentes)- Conditions internes Maturité de la graine Longévité de la graine Semence vivante – pouvoir germinatif – semence mure-aptitude à germer (semence non dormante)
6- Dormances embryonnaires 6.1. Types de dormances 6.2. Déterminisme des dormances 6.3. Relativité des phénomènes de dormance 6.4. Levée des dormances embryonnaires	<ul style="list-style-type: none">- Définir les dormances embryonnaires- Définir les dormances primaires- Définir les dormances secondaires- Le déterminisme des dormances est basé sur les Corrélatons entre organes et l'équilibre entre les phytohormones- La dormance n'est donc pas une <i>inaptitude absolue</i> à la germination, mais plutôt une <i>restriction des conditions compatibles</i> avec une bonne germination Levée des dormances embryonnaires : Stratification ; Ablation des cotylédons ; Traitement par des

	phytohormones
7- Contrôle hormonal de la germination 7.1. Tissus de régulation 7.2. Processus de régulation	- Définir les tissus des semences qui régulent la germination - Cas des graines amylacées et processus de régulation hormonale - Cas des graines oléagineuses et processus de régulation hormonale
8- Conservation des semences	- Au cours du stockage des semences, il y a une perte progressive du pouvoir germinatif, en raison: a) de la dénaturation des protéines, des acides nucléiques, et des membranes cellulaires, b) de l'accumulation dans la graine de produits toxiques. La <i>température</i> et l' <i>humidité</i> sont les deux principaux facteurs qui modifient la longévité des semences.

CHAPITRE IV : CROISSANCE, MORPHOGENESE ET DEVELOPPEMENT (3H)

Introduction : Au cours de leur développement, tous les organismes vivants sont capables de changer de forme, de dimensions et de poids. La croissance désigne l'ensemble des *modifications quantitatives irréversibles* qui se produisent pendant le développement. La croissance d'une plante met en jeu l'augmentation du nombre et de la taille des organes préexistants.

1- Définitions	Définir : - Modifications quantitatives - Croissance à l'échelle de l'organe - Croissance à l'échelle de la cellule : mèresè, auxèsè
2- Organes de croissance	Semences, racine, tige, bourgeon, feuille
3- Critères de croissance et méthodes de mesure	- Biomasse, épaisseur, longueur, surface - méthodes de mesure : * Mesure des dimensions géométriques d'un organe (mesurer la longueur, hauteur, largeur) par des procédés optiques ou photographiques et à l'aide d'instruments métriques ou d'auxanomètres pour des mesures fines de l'augmentation des dimensions linéaires. . * Mesure de l'augmentation de masse (masse de matière fraîche ou masse de matière sèche) à l'aide d'une balance de précision. * Détermination de l'augmentation de la masse d'azote protéique synthétisé. * Mesure des variations de diamètre (utilisées surtout pour les espèces arborescentes) réalisées à l'aide d'un appareil appelé dendrographe. * Mesure de la surface foliaire à l'aide d'un planimètre qui la calcule électroniquement.

<p>4- Mode d'expression de la croissance</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance absolue - Croissance relative - Vitesse de croissance - Vitesse de croissance relative - Taux de croissance
<p>5- Cinétique de la croissance : Les phases de la croissance</p>	<p>Définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phase de latence - Phase exponentielle - Phase linéaire - Phase de sénescence
<p>6- Les mouvements de croissance</p> <p>6.1. Mouvements révolutifs (ou de circumnutation)</p> <p>6.2. Nasties</p> <p>a) Photonasties</p> <p>b) Thermonasties</p> <p>6.3. Tropismes</p>	<p>*Certains mouvements de croissance sont de type exogène, d'autres sont de type endogène.</p> <p><i>*Les modalités de positionnement dans l'espace constituent un aspect essentiel de la biologie des organismes et de leur vie en relation avec l'environnement.</i></p> <p>*Définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les mouvements révolutifs - les nasties - les tropismes

CHAPITRE V : A - PHYSIOLOGIE DE LA FLORAISON (3H)

Introduction : dans le cycle de développement d'une Angiosperme, la mise à fleur correspond à une étape de différenciation au cours de laquelle le bourgeon passe de l'état végétatif à l'état reproducteur. L'initiation florale est une différenciation qui présente deux phases : l'évocation florale et l'organogenèse florale.

La *maturité de floraison* est le stade végétatif que doit atteindre le végétal pour être capable de mettre à fleur. Chez les arbres fruitiers, par exemple, la maturité de floraison nécessite 5 à 7 ans.

<p>1- Acquisition de l'aptitude à la floraison</p> <p>1.1. Vernalisation</p> <p>1.2. Exigences spécifiques</p> <p>1.3. Mécanismes</p> <p>1.3.1 La maturité de vernalisation</p> <p>1.3.2 Perception de la vernalisation</p> <p>1.3.3 La dévernalisation</p> <p>1.3.4 Les traitements de substitution</p> <p>1.4. Thermopériodisme</p>	<p>Une plante ne devient capable de fleurir que si elle a acquis, à un stade plus ou moins précoce de son développement, l'aptitude à la floraison.</p> <p>Cette acquisition :</p> <ul style="list-style-type: none"> * est spontanée *nécessite l'intervention des basses températures (<i>vernalisation</i>) *ou des températures élevées (<i>thermo-induction chaude</i>). <p>Exigences spécifiques de la vernalisation</p> <ul style="list-style-type: none"> * espèces indifférentes * espèces préférées * espèces à vernalisation obligatoire <p>Le thermopériodisme désigne la réaction de la plante à l'alternance quotidienne ou saisonnière des températures, en relation avec la floraison.</p>
<p>2- Mise à fleur</p> <p>2.1 Facteurs trophiques</p> <p>2.2 Photopériodisme</p> <p>2.2.1 Définitions</p> <p>a) Hémérophase, Photophase ou Photopériode</p>	<p>Deux types de facteurs contrôlent la mise à fleur : facteurs trophiques (le rapport C/N (sucres/matières azotées)) et facteurs environnementaux (Photopériodisme).</p>

b) Nyctiphase, Scotophase ou Nyctipériode c) Eupériode d)Dyspériode 2.2.2 Exigences photopériodiques a) les espèces <i>indifférentes</i> b) les plantes de <i>jours courts</i> (JC), ou espèces <i>nyctipériodiques</i> c) les plantes de <i>jours longs</i> (JL) ou espèces <i>héméropériodiques</i> 2.2.3 Mécanismes a) L'induction photopériodique b) Le lieu de perception du stimulus photopériodique c) La phase obscure contrôle la photoinduction	
---	--

CHAPITRE V : B- LE PHYTOCHROME (3H)

Introduction : Le phytochrome est un pigment photorécepteur très répandu chez les végétaux ; il contrôle plusieurs processus physiologiques, depuis la germination jusqu'à la floraison.

1- Mise en évidence 1.1. Germination de la laitue 1.2. Floraison du <i>Xanthium</i>	La découverte du phytochrome part de deux observations, l'une sur la germination des akènes de laitue, l'autre sur la floraison du <i>Xanthium</i>
2- Nature du système photorecepteur	Le phytochrome est une chromoprotéine qui se présente sous deux formes
3- Localisation, Isolement et Dosage	Localisation : régions méristématiques des racines et des tiges Isolement : par chromatographie sur colonne Dosage : par <i>spectrophotométrie</i> à $\lambda=660$ nm et $\lambda=730$ nm
4- Fonctionnement du Phytochrome 4.1. Germination de la laitue 4.2. Floraison du <i>Xanthium</i> 4.3. Interprétation des résultats	Fonctionnement du Phytochrome, se baser sur les deux expériences : germination de la laitue et floraison du <i>Xanthium</i> Interpréter les résultats en se basant sur le passage du phytochrome de la forme inactive à la forme active et vis versa.
5- Mécanismes à l'échelle moléculaire	La réponse physiologique à l'éclairement se fait en 3 étapes : <ul style="list-style-type: none"> - la <i>réception</i>. - la <i>transduction</i> - l'<i>induction</i>
6- Phénomènes contrôlés par le phytochrome 6.1. Germination 6.2. Croissance 6.3. Floraison 6.4. Mouvements d'organes 6.5. Potentiel électrique transmembranaire	Mettre en évidence le rôle du phytochrome dans les phénomènes physiologiques cités

6.6. Biosynthèse de pigments et d'enzymes	
---	--

SECTION III : METABOLISME CARBONE ET AZOTE DES PLANTES VASCULAIRES

Le premier Principe de la thermodynamique dit : “ l'énergie ne peut ni être créée ni être détruite, elle ne peut qu'être transformée ”. Par opposition aux êtres inanimés, les êtres vivants sont capables de transformer l'énergie en ses différentes composantes, énergie chimique (ATP), travail, chaleur, etc., ce qui leur permet entre autres d'édifier et de maintenir une structure organisée au cours de leur évolution. La seule source universelle d'énergie pour la cellule est l'ATP. Pour former l'ATP la cellule dispose de deux sources :

- le catabolisme des glucides, des lipides et accessoirement des acides aminés et des protéines. La cellule va récupérer une partie de l'énergie des liaisons entre les différents atomes des composés dégradés.

- l'anabolisme : en présence de lumière, seuls les organismes chlorophylliens sont capables d'exploiter cette source d'énergie et de la convertir en ATP.

Les organismes vivants sont le siège de réactions chimiques au cours desquelles varie l'énergie libre susceptible d'être utilisée pour la formation de l'ATP.

La croissance d'une plante (augmentation de sa biomasse) résulte d'un équilibre entre gain et perte de carbone : les gains proviennent de la photosynthèse et les pertes proviennent de la respiration : rejet du CO₂.

CHAPITRE VI : METABOLISME RESPIRATOIRE (4H)

1. Rappel

- 1.1 Oxydation du glucose
- 1.2 La glycolyse
- 1.3 Décarboxylation du pyruvate *via* le cycle de Krebs

- Dans l'oxydation du glucose, la molécule est scindée et les atomes d'hydrogène (les électrons et les protons qui les accompagnent) sont arrachés aux atomes de carbone et combinés à l'oxygène qui sera, ainsi, lui-même réduit. Les électrons passent de niveaux énergétiques élevés à des niveaux inférieurs d'où libération d'énergie.
- Rappeler succinctement les dix étapes de la glycolyse déjà vue en biochimie

Produit de la glycolyse, le pyruvate passe du cytosol à la matrice de la mitochondrie où il est oxydé et décarboxylé. Au cours de cette réaction exergonique, une molécule de NADH est produite à partir de NAD⁺

2. Structure et caractéristiques de la mitochondrie

- 2-1 Structure
- 2-2 Caractéristiques : Formation concomitante de nucléotides pyridiniques réduits (NADH + H⁺ / FADH₂)

- Structure de la mitochondrie : membrane externe, membrane interne et matrice
- Formation des nucléotides pyridiniques réduits (NADH + H⁺ / FADH₂) : équation globale du cycle de Krebs (rappel)

3. Mécanisme de la respiration : La chaîne respiratoire

- 3-1 Introduction

- La chaîne respiratoire ou chaîne de transfert d'électrons est localisée dans la membrane interne des mitochondries. Chaque mitochondrie contient des milliers d'exemplaires de la chaîne de transfert

<p>3-2 Caractéristiques générales des complexes protéiques de la chaîne respiratoire</p> <p>3-3 Mécanismes du transfert des électrons</p> <p>a. Le complexe I : NADH - coenzyme Q oxydoréductase</p> <p>b. Le complexe II : succinate - coenzyme Q oxydoréductase</p> <p>c. complexe III : coenzyme Q - cytochrome c oxydoréductase</p> <p>d. Le complexe IV : cytochrome c oxydase</p> <p>3-4 Enzymes supplémentaires spécifiques de la chaîne respiratoire chez les végétaux</p> <p>3-5 Bilan - résumé de la chaîne de transfert d'électrons</p>	<p>d'électrons.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Décrire les quatre complexes protéiques de la chaîne respiratoire. - Décrire les réactions d'oxydo-réduction qui se déroulent dans chaque complexe et qui aboutissent au transfert des électrons. - Enzymes supplémentaires spécifiques de la chaîne respiratoire chez les végétaux : <ul style="list-style-type: none"> a. Les NAD(P)H déshydrogénases interne et externe. b. L'oxydase alternative ou AOX - Bilan : <p>Dans l'enchaînement des réactions d'oxydo-réduction qui ont lieu lors du transfert des électrons de l'ensemble de la chaîne de transport d'électrons on constate que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le premier donneur de protons et d'électrons (NADH + H⁺) • le dernier accepteur d'électrons (l'oxygène moléculaire, O₂) <p>Donner donc les deux demi-réactions rédox</p> <p>Donner le nombre de molécules d'ATP synthétisées par molécule de (NADH + H⁺) réoxydée.</p>
<p>4. Théorie chimio-osmotique - Synthèse d'ATP par l'ATP synthase</p> <p>4-1 Rappel sur l'expulsion des protons au cours de la chaîne de transport d'électrons</p> <p>4-2 La théorie chimio-osmotique et la force proton motrice</p> <p>4-3 Le complexe V ou ATP synthase</p> <p>4-4 Expression de la force proton motrice Δp</p> <p>4-5 Le mécanisme de la synthèse de l'ATP par l'ATP synthase</p> <p>4-6 Transport de l'ATP formé au cours de la respiration</p>	<p>-La théorie chimio-osmotique formulée par Peter Mitchell en 1961 postule que le gradient de concentration de protons crée à travers la membrane sert de réservoir d'énergie libre pour la synthèse d'ATP.</p> <p>-Le complexe V, appelé ATP-synthase F₀F₁, se sert du gradient de concentration de protons comme source d'énergie pour synthétiser l'ATP</p> <p>-Expression de la force proton motrice Δp (exprimée en volts) : $\Delta p = \Delta \Psi + Z \cdot \Delta pH$</p> <p>-Décrire l'ATP synthase, cylindre composé de sous-unités α et β alternées</p> <p>-L'ATP produit dans la mitochondrie doit retourner vers le cytosol pour y être utilisé pour les divers travaux cellulaires.</p>
<p>5. Bilan de la respiration - Intensité respiratoire et contrôle respiratoire</p> <p>5-1 Bilan de la synthèse d'ATP au cours de la respiration</p> <p>5-2 L'intensité respiratoire et le contrôle respiratoire</p> <p>5-3 Inhibiteurs et agents découplants de la respiration</p> <p>Cette partie (5) peut être traitée en TD</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Faire un bilan de la synthèse d'ATP au cours de la respiration, sous forme de tableau, en tenant compte de toutes les étapes depuis la glycolyse - L'intensité respiratoire (IR) est la quantité d'oxygène consommé (ou de CO₂ dégagé) par unité de temps et de matière biologique (masse, nombre, surface, ...).

	<p>Exemple : IR = 150 pmoles O₂ / min / mg protéine</p> <ul style="list-style-type: none"> - La dépendance de la vitesse de respiration en fonction de la disponibilité de l'ADP (substrat de l'ATP synthase) est appelé contrôle respiratoire. $\text{contrôle respiratoire} = \frac{\text{IR en présence d'ADP}}{\text{IR en absence d'ADP}}$ <ul style="list-style-type: none"> - Inhibiteurs et agents découplants de la respiration : Il existe six types d'inhibiteurs qui affectent le fonctionnement de la mitochondrie <ol style="list-style-type: none"> a. Les inhibiteurs de la chaîne respiratoire (cyanure, antimycine, thenoyl-trifluoroacétone ou roténone obtenue à partir de plantes tropicales). Ils bloquent la respiration en présence d'ADP ou d'un agent découplant. b. Les inhibiteurs du transport (atratyloside, N-éthyl maléimide). Ils empêchent soit l'exportation de l'ATP, soit l'importation de la molécule précurseur, au travers de la membrane mitochondriale interne. c. Les ionophores (valinomycine, nigericine). Ils rendent la membrane mitochondriale interne perméable à des composés qui normalement ne pourraient pas franchir cette membrane. d. Les inhibiteurs du cycle de Krebs (arsenite, amino-oxyacétate). Ils inhibent une ou plusieurs enzymes de ce cycle. e. Les inhibiteurs de la phosphorylation (oligomycine). f. Les agents découplants (2,4 dinitrophénol, CCCP). Ils dissipent artificiellement le gradient de protons et il n'y a plus synthèse d'ATP. Le transfert d'électrons et la consommation d'O₂ sont à leur maximum. Le carbonyl cyanide m-chloro-phenyl hydrazone (CCCP) est un composé lipidique faiblement acide. C'est un agent découplant très fort.
--	--

CHAPITRE VII : METABOLISME PHOTOSYNTHETIQUE (4H)

Introduction : C'est la principale voie par laquelle l'énergie de l'environnement est disponible pour le monde vivant. C'est aussi la principale source de composés à carbone réduit

<ol style="list-style-type: none"> 1- Définition et importance <ul style="list-style-type: none"> - L'autotrophie - La photosynthèse 	<ul style="list-style-type: none"> - Importance de la chlorophylle a dans l'autotrophie - Conversion de l'énergie solaire en énergie chimique potentielle - Synthétèse de la matière organique à partir du CO₂ et de l'eau
---	--

<p>2- Structure du chloroplaste 2.1. les pigments du chloroplaste 2.2. structure</p>	<ul style="list-style-type: none"> - chlorophylle a, la chlorophylle b et les pigments accessoires - la membrane externe et la membrane interne - le stroma - les systèmes membranaires : les thylakoïdes ou lamelles (granaires ou stromatiques) - L'espace intrathylakoïde
<p>3- Mécanisme de la photosynthèse 3.1. les phases de la photosynthèse 3.2. chaîne de transfert des électrons et photophosphorylation acyclique 3.3. Photophosphorylation cyclique 3.4. Les réactions de fixation du carbone</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réactions de transduction de l'énergie = phase lumineuse = phase photochimique = réaction claire - Réactions de fixation du carbone = phase enzymatique = phase thermochimique = réactions sombres - Décrire : <ul style="list-style-type: none"> *la chaîne de transfert des électrons et la photophosphorylation acyclique *la photophosphorylation cyclique - Décrire les 3 étapes du cycle de Calvin Donner l'équation globale pour la production d'une molécule de glycéraldéhyde 3 phosphate
<p>4- Transport et mise en réserve du produit glucidique de la photosynthèse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Saccharose - Amidon
<p>5- La voie à quatre carbones ou en C4</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire le déroulement de la voie C4 - Séparation spatiale entre la voie en C4 et le cycle de Calvin - Anatomie de Kranz
<p>6- Les plantes CAM</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire le déroulement de la voie CAM - Séparation temporelle entre la voie en CAM et le cycle de Calvin
<p>Avantages et inconvénients des trois mécanismes C3, C4 et CAM</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Faire un bilan énergétique des trois mécanismes
<p>CHAPITRE VIII : METABOLISME DE L'AZOTE (3H)</p>	
<p>Introduction : L'analyse chimique des plantes montre que, du point de vue quantitatif, l'azote occupe le 4^{ème} rang parmi les éléments majeurs chez les végétaux, sa teneur est de 1 à 2% de la matière sèche. Du point de vue qualitatif, l'azote rentre dans la formation chimique de toutes les protéines et les acides nucléiques. Il intervient également dans la synthèse de la chlorophylle, des cytochromes et de plusieurs métabolites secondaires.</p>	
<p>1- Les sources d'azote</p>	<p>Il existe 4 sources d'azote :</p> <ul style="list-style-type: none"> * L'azote atmosphérique N₂ * Plusieurs roches * Un procédé industriel * Les éclaires
<p>2- Mobilité de l'azote</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire le cycle de l'azote en mettant l'accent sur : - Les trois principales étapes :

<p>2-1 le cycle de l'azote</p> <ul style="list-style-type: none"> a- L'ammonification b- La nitrification c- La dénitrification d- Fixation de l'azote <p>2-2 Fixation symbiotique de l'azote</p> <p>2-3 Fixation non symbiotique de l'azote</p> <p>2-4 Les organismes symbiotiques</p> <p>2-5 Les facteurs influençant la fixation symbiotique</p>	<ul style="list-style-type: none"> * l'ammonification * la nitrification * l'assimilation <p>Fixation symbiotique de l'azote</p> <p>RHIZOBIUM et BRADYRHIZOBIUM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fixation non symbiotique de l'azote • Un procédé non photosynthétique : les clostridiums et les azotobacters. • Les voies métaboliques, 2 systèmes d'enzymes: la nitrogénase et l'hydrogénase. - Les organismes symbiotiques <p>Décrire La séquence d'événements aboutissant à la formation d'une nodosité sur la racine d'une plante fixatrice d'azote</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les facteurs influençant la fixation symbiotique : <ul style="list-style-type: none"> *La forme d'azote *La température *Le pH *Les oligoéléments *Le rapport C/N :
<p>3- Utilisation des nitrates, des sels ammoniacaux et autres sources d'azote pour les végétaux</p> <p>3-1 Utilisation du nitrate</p> <p>3-2 Les sels ammoniacaux</p> <p>3-3 Utilisation de l'azote organique</p> <p>3-4 Réduction du nitrate</p>	<p>L'azote sous forme nitrique ou ammoniacale constitue la source principale d'azote pour la plante. L'azote du sol peut provenir d'une fixation réalisée par les microorganismes sous forme nitrique ou bien des légumineuses (engrais vert). Il peut également être apporté par les fertilisants chimiques ou la matière organique.</p>

Travaux Pratiques et Dirigés De Physiologie Végétale

15 h de travaux pratiques et dirigés (une note de TP)

TP N°1: Etude des caractéristiques hydriques d'un végétal : Mesure de la pression de succion.

TD N°1: Etude des caractéristiques hydriques d'un végétal : Mesure de la pression osmotique par la méthode cryoscopique.

TP N°2: Etude de la transpiration d'une plante par EXAO.

TD N°2 : Exercices sur la transpiration

TP N°3: Dosage de l'auxine

TD N°3: Les interactions entre les phytohormones

TP N°4: Etude de la respiration d'une plante par EXAO

TD N°4 : Exercices sur la respiration (Intensité et quotient respiratoires)

TP N°5: Etude de la photosynthèse par EXAO

TD N°5: Exercices sur la photosynthèse

Matériels nécessaires pour les TP de Physiologie Végétale

La liste du matériel suivant est nécessaire pour la réalisation des TP de Physiologie Végétale

TP Transpiration :

Dispositif EXAO avec hygromètre pour transpiration

TP Respiration :

Ordinateur et logiciel de traitement de données

Module oxymétrique

Sonde oxymétrique

Agitateur magnétique

TP Photosynthèse :

Ordinateur et logiciel de traitement de données

Module oxymétrique

Sonde oxymétrique

Agitateur magnétique

Sonde thermométrique

Sonde lux métrique

Lumière monochromatique

2 modules EXAO pour chaque type de mesure (transpiration, respiration, photosynthèse) et par salle de TP.

2 spectrophotomètres pour le dosage de l'auxine

Verrerie et produits chimiques