

BIOLOGIE

Objectif général

L'enseignement de biologie, tout en prenant en compte les acquis du lycée et des deux années post-baccalauréat, a pour objectif le renforcement des connaissances fondamentales des différents domaines de la biologie et des méthodes pour les valoriser. La démarche d'investigation, la logique et l'argumentation du raisonnement doivent être consolidées. L'approche de sujets complexes, caractérisant ce niveau d'étude, exige aussi la capacité à assembler les savoirs disciplinaires : intégration transversale des connaissances de biologie aux échelles pertinentes de temps et d'espace, mobilisation des acquis d'autres disciplines, notamment en chimie, physique, mathématiques. D'une manière générale, cet enseignement doit contribuer à développer les qualités indispensables d'observation, d'analyse et de rigueur pour la poursuite d'études en Ecoles Supérieures.

Utilisation des informations complémentaires du programme

- Les **mots-clés**, entre crochets, constituent une liste indicative de notions à développer et de vocabulaire à utiliser.
- Les limites du programme ou du développement de certaines notions figurent en italique.
- Une liste de travaux pratiques attendus a été établie pour chacune des trois parties. Les horaires indiqués peuvent correspondre à plusieurs séances ou à une fraction de séance. Certains travaux pratiques peuvent être mis en relation bien que figurant à différents niveaux du programme (par exemple pour le TP A5, le rapprochement avec TP B7 est signalé ainsi : X [TP B7]). Il appartient à l'enseignant d'organiser les séances de travaux pratiques de manière à valoriser au mieux le temps imparti.

PARTIE A L'UNITE ET LA DIVERSITE DU MONDE VIVANT

PROGRAMME	RECOMMANDATIONS ET NIVEAU D'EXIGENCE
<p>Objectif : montrer l'unité et la diversité du monde vivant, en s'appuyant sur un nombre limité de groupes d'organismes et d'exemples.</p> <p><i>L'unité du vivant s'observe aux niveaux moléculaire, cellulaire, et au cours des processus de construction des individus. La diversité du vivant est envisagée en relation avec les niveaux d'organisation et les modes de vie des organismes. Des caractères sont utilisés pour identifier les organismes et établir des liens de parenté au sein de la diversité du vivant</i></p>	
<p>1. L'unité et la diversité du monde vivant à l'échelle cellulaire</p>	<p>La cellule est l'unité de base de la constitution de tous les organismes vivants. Cette structure présente des particularités en relation avec des spécialisations fonctionnelles.</p>
<p>La cellule, unité et diversité structurale et fonctionnelle du vivant</p>	<p>- Le modèle cellulaire Eucaryote est construit à partir de deux exemples de cellules avec une spécialisation fonctionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cellule acineuse pancréatique de Mammifère ; - cellule chlorophyllienne de parenchyme palissadique d'Angiosperme. <p>- Le modèle cellulaire Procaryote est étudié à partir d'exemples d'Eubactéries :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cellule protéobactérienne (ex. <i>Escherichia coli</i>); - cellule cyanobactérienne compartimentée. <p>[TP A1]</p> <p>Mots-clés [Membrane plasmique, matrice extracellulaire, compartiments, cytosquelette, chromosome, système endomembranaire, organites bimembranaires, origine endosymbiotique des plastes et des mitochondries]</p> <p><i>Les relations structure/fonction sont établies sans développer les voies métaboliques. L'existence du groupe des Archées est évoquée, mais leurs caractéristiques ne sont pas exposées.</i></p>

<p>2. L'unité et la diversité du monde vivant à l'échelle moléculaire</p>	<p>D'un organisme à l'autre, les génomes sont différents. Toutefois l'universalité des propriétés de la molécule d'ADN s'exprime dans le fonctionnement de la cellule et dans la transmission des caractères.</p>
<p>2.1 La molécule d'ADN, support universel de l'information génétique</p>	<p>- L'étude de l'unité structurale et fonctionnelle de la molécule d'ADN des eucaryotes et des procaryotes est faite en lien avec son rôle de support de l'information génétique.</p> <p>Mots-clés [Taille et formes des génomes, molécule bicaténaire, polymère de nucléotides, complémentarité des bases, double hélice, séquences informationnelles, brin matrice, exon-intron]</p> <p><i>L'organisation des unités d'expression et leur fonctionnement sont abordés dans les parties B et C du programme.</i></p>
<p>2.2 Le modèle de la mosaïque fluide des membranes biologiques</p>	<p>- Le modèle unitaire de la membrane se fonde sur les propriétés des molécules constitutives.</p> <p>- Des membranes délimitant un ou des compartiments caractérisent le vivant.</p> <p>Mots-clés [Lipides et protéines constitutifs, amphiphilie des constituants, fluidité, organisation asymétrique]</p> <p><i>La diversité fonctionnelle des membranes est construite tout au long du programme et non développée isolément dans cette partie..</i></p>
<p>3. L'unité et la diversité du monde vivant à l'échelle des organismes</p>	<p>Dans des groupes très dissemblables, la construction d'un organisme met en jeu des mécanismes comparables et des liens de parenté sont mis en évidence. D'un point de vue biologique, les relations interspécifiques peuvent s'avérer très étroites.</p>
<p>3.1 La construction de l'organisme</p>	
<p>3.1.1. La construction d'un Vertébré Batracien lors du développement embryonnaire</p>	<p>- A partir de l'exemple d'un Batracien, les grandes étapes du développement embryonnaire des Vertébrés sont abordées pour comprendre l'organisation de ces Bilatériens.</p> <p>[TP A2]</p> <p>Mots-clés [Ovocytes, spermatozoïdes, fécondation, segmentation, gastrulation, neurulation, bourgeon caudal, organogénèse, axes de polarité, deutérostomien, triblastique, épineurien]</p> <p><i>Les interactions cellulaires (inductions, migrations, adhérences) et les étapes du développement post-embryonnaire ne sont pas au programme.</i></p>
<p>3.1.2. La construction d'une Angiosperme dicotylédone</p>	
<p>o Les étapes du développement embryonnaire</p>	<p>- Les grandes étapes du développement embryonnaire sont étudiées à partir du zygote des Angiospermes dicotylédones.</p> <p>- L'organisation des différents types de graines est reliée aux rôles de la graine.</p> <p>[TP A3]</p> <p>Mots-clés [Stades embryonnaires, mère, méristèmes primaires, cotylédons, polarisation apico-basale, réserves de la graine, téguments de la graine]</p>
<p>o Le fonctionnement des apex racinaire et caulinaire</p>	<p>- Les caractères des cellules méristématiques sont présentés ainsi que leurs rôles dans le maintien de l'apex et dans la formation des cellules filles.</p> <p>[TP A4]</p> <p>Mots-clés [Développement indéfini, mère, méristèmes histogène et organogène]</p> <p><i>Les approches génétiques relatives au fonctionnement du méristème et les modèles de régulation génétique sont hors programme. La dominance apicale n'est pas attendue.</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> o Le grandissement cellulaire et l'histogénèse 	<p>- Les processus cytologiques du grandissement cellulaire et le mécanisme d'action de l'auxine sont présentés.</p> <p>- Le processus de différenciation est étudié à partir de l'exemple d'un vaisseau xylémien.</p> <p>[TP A4]</p> <p><i>Mots-clés [Phytomère, auxèse, lignification, mort cellulaire programmée]</i></p> <p><i>Les tropismes ne sont pas attendus.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> o Les méristèmes secondaires et la croissance en épaisseur 	<p>- La mise en place du cambium et du phellogène ainsi que leur fonctionnement saisonnier sont présentés.</p> <p>[TP A5]</p> <p><i>Mots-clés [Assises génératrices, bois, liber, suber, phelloderme, initiales, plans de division]</i></p>
<p>3.2 La biodiversité et les liens de parenté</p>	
<p>3.2.1 La détermination des taxons et des espèces à partir de clés d'identification</p>	<p>- L'utilisation des clés de détermination des Insectes et des Angiospermes permet de montrer les méthodes d'identification. Les niveaux taxonomiques sont limités à l'ordre pour les Insectes et aux familles pour les Angiospermes.</p> <p>[TP A6, TP A7, TP A8]</p> <p><i>Mots-clés [Clé dichotomique, critères de détermination, niveaux taxonomiques]</i></p> <p><i>La liste des taxons étudiés dans les groupes des Insectes et des Angiospermes est limitée aux taxons vus en travaux pratiques.</i></p>
<p>3.2.2 La classification phylogénétique du monde vivant et la place des grands clades actuels</p>	<p>- Les méthodes cladistiques, qui utilisent des caractères homologues (morphologiques, anatomiques, embryologiques, moléculaires), permettent d'établir des liens de parenté entre les organismes.</p> <p>- L'arbre phylogénétique des Vertébrés est construit, interprété et discuté pour illustrer cette partie. Le clade des Mammifères est repéré.</p> <p>- Le clade des Embryophytes est seulement présenté et celui des Angiospermes remplacé.</p> <p>[TP A8, TD A9, TP A10]</p> <p><i>Mots-clés [Ancêtre commun, caractères primitifs/dérivés, lien de parenté, principe de parcimonie, homoplasie, polarisation des caractères, groupes monophylétiques, groupes polyphylétiques, groupes paraphylétiques]</i></p> <p><i>L'objectif est de comprendre le principe de construction d'un cladogramme. Il n'est donc pas attendu de mémoriser les arbres phylogénétiques complexes.</i></p>
<p>3.3 La modification du génome des organismes au moyen des biotechnologies</p>	
	<p>- Les Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) sont présentés. Cette étude permet de montrer les méthodes de transfert des gènes d'intérêt par génie génétique : transferts directs (électroporation, micro-injection, biolistique) et indirects (transformation <i>via</i> un vecteur plasmidique, transgénèse <i>via</i> un vecteur viral).</p> <p>- Les modalités d'intégration des gènes d'intérêt dans le génome bactérien sont décrites.</p> <p>- Les principes d'utilisation des molécules des génomes viraux (ADN de phage λ, ARN de rétrovirus) en transgénèse sont décrits. C'est l'occasion de développer l'organisation et le fonctionnement viral.</p> <p><i>Mots-clés [Avantage sélectif, gène d'intérêt, enzyme de restriction vecteurs, virus, recombinaison génétique, sélection des souches transformées, expression des transgènes]</i></p> <p><i>Ne pas étudier le détail des techniques impliquant les vecteurs et se limiter au principe général. Limiter la présentation des techniques de biologie moléculaire (PCR et Blots) aux principes généraux.</i></p>

<p>3.4 Les relations interspécifiques</p>		
<p>3.4.1</p>	<p>Le parasitisme</p>	<p>- Le cycle de développement de la Petite Douve (<i>Dicrocoelium dendriticum</i>) chez le Mouton est étudié afin de montrer les interactions avec l'hôte au cours des étapes du cycle. Les conséquences pathologiques sur les hôtes sont signalées.</p> <p>[TP A11]</p> <p><i>Mots-clés [Phases du cycle, vie parasitaire, hôtes définitifs, hôtes intermédiaires, phases libres, cycle trixène, épidémiologie]</i></p> <p><i>Il n'est pas attendu un développement infectiologique détaillé.</i></p>
<p>3.4.2</p>	<p>La symbiose</p>	<p>- L'installation de la symbiose Fabacées – Rhizobium et les modalités des échanges à bénéfices réciproques pour l'Angiosperme et pour Rhizobium sont décrites.</p> <p>- La modification de l'expression génétique par le partenaire (flavonoïdes, facteurs NOD, nodulines précoces) est précisée.</p> <p>[TP A11]</p> <p><i>Mots-clés [Endosymbiose racinaire, dialogue moléculaire, nodulation, spécificité de l'hôte, fixation réductrice du diazote, intérêts pour les symbiontes]</i></p> <p><i>Seules les nodosités racinaires des Fabacées sont exposées.</i></p>
<p>3.4.3</p>	<p>L'herbivorie</p>	<p>- Les types de nutrition des Insectes phytophages sont étudiés en s'appuyant sur les séances de travaux pratiques. Ces dernières donnent lieu à l'observation de la diversité des adaptations des pièces buccales en relation avec les modes d'alimentation.</p> <p>[TP A7, TP A8]</p> <p>- Les modalités de l'acquisition de la résistance systémique lors de l'attaque par un phytophage (pucerons, chenilles) sont précisées.</p> <p><i>Mots-clés [Adaptations des pièces buccales au mode d'alimentation, éliciteurs, sensibilités jasmonate/éthylène/acide salicylique, signaux systémiques, réponses de la plante]</i></p> <p><i>Les mécanismes moléculaires de la transduction des éliciteurs et les changements de l'expression génétique ne sont pas développés.</i></p>

Liste des travaux pratiques de la partie A

TP A1 : Les modèles cellulaires procaryote et eucaryote (3h)	Étudier au microscope photonique la structure des cellules acineuses pancréatiques, des cellules chlorophylliennes du parenchyme palissadique, des Protéobactéries et des Cyanobactéries. Observer des électronographies pour déterminer l'ultrastructure de ces cellules eucaryotes et procaryotes.
TP A2 : Le développement embryonnaire des Vertébrés Batraciens (2h)	Étudier les principales étapes de la construction d'un Vertébré Batracien lors du passage du zygote au stade bourgeon caudal à partir de matériels frais, de photographies et de préparations microscopiques.
TP A3 : Le développement de l'embryon d'une Angiosperme dicotylédone au sein de la graine (2h)	Étudier, lors de la dissection de graines, les différentes parties constitutives et leur organisation. Analyser les documents montrant les stades de l'embryogenèse et de l'albuminogénèse.
TP A4 : Croissance en longueur de l'appareil végétatif des Angiospermes et xylogénèse (2hX [TP B7])	Étudier les zones de croissance (apex et zones intercalaires) à partir de coupes d'extrémité des organes végétatifs et d'expériences de marquage. Analyser des documents des stades de la différenciation des vaisseaux du xylème.
TP A5 : Croissance en épaisseur de l'appareil végétatif des Angiospermes (6h X [TP B7])	Étudier l'organisation morphologique, anatomique et histologique des tiges et racines d'Angiospermes dicotylédones et ses modifications dans le temps. Identifier les assises méristématiques secondaires et les tissus dérivés. Comparer l'organisation et l'évolution des tiges et des racines d'Angiospermes monocotylédones.
TP A6 : L'organisation et les caractères distinctifs du groupe des Insectes Orthoptères (2h)	Étudier l'organisation morphologique et anatomique des Insectes à partir d'observations externes et de la dissection du Criquet.
TP A7 : La diversité des Insectes et les groupes d'intérêt agronomique (4h)	Étudier la diversité des Insectes à partir des caractères morpho-anatomiques et du mode de développement post-embryonnaire. Seuls les Orthoptères, Coléoptères, Hyménoptères, Diptères, Lépidoptères, Hémiptères (Hétéroptères), Homoptères sont abordés.
TP A8 : La diversité des Angiospermes et les groupes d'intérêt agronomique (6h)	Envisager la diversité des inflorescences à partir d'observations et déterminer l'organisation de la fleur et des modifications du modèle en fonction des groupes taxonomiques (Poacées, Solanacées, Brassicacées, Astéracées et Fabacées). Étudier la diversité des semences de ces groupes.
TD A9 : La construction d'arbres phylogénétiques (2h)	Utiliser les banques de données et le logiciel Phylogène afin d'étudier des arbres phylogénétiques hypothétiques ; construire celui des Vertébrés et présenter celui des Embryophytes.
TP A10 : L'organisation d'un Mammifère : la Souris (3h)	Élaborer le plan d'organisation d'un Mammifère à partir de la dissection de la Souris en étudiant sa morphologie et son anatomie en relation avec son mode de vie.
TP A11 : Les interactions interspécifiques (2h) - Organisation morphologique et cycle de reproduction de <i>Dicrocoelium dendriticum</i> - Organisation des nodosités et étude de la symbiose Rhizobium-Fabacées	Pour comprendre les interactions interspécifiques et les conséquences pour les partenaires, étudier les organisations et adaptations existantes.

PARTIE B L'ORGANISME DANS SON MILIEU : EXEMPLE DE LA NUTRITION

PROGRAMME	RECOMMANDATIONS ET NIVEAU D'EXIGENCE
<p>Objectif : Montrer que les organismes vivants, systèmes biologiques ouverts en équilibre dynamique, ont besoin de matière et d'énergie qu'ils prélèvent dans leur milieu de vie. <i>Les exemples sont pris chez les Eubactéries et chez les Eucaryotes pluricellulaires pour mettre en évidence l'universalité des besoins et la diversité des processus permettant de les satisfaire.</i></p>	
1. L'approvisionnement des organismes dans leur milieu de vie	La matière et l'énergie nécessaires à la vie d'un organisme sont prélevées dans le milieu de vie par des surfaces d'échanges et le plus souvent transformées pour être utilisables.
1.1 Les ressources du milieu et les besoins des organismes	<ul style="list-style-type: none"> - Les travaux cellulaires nécessaires au maintien du niveau d'organisation supposent un apport et des conversions d'énergie. - Le renouvellement des constituants moléculaires ou la croissance des organismes impose un approvisionnement adapté. - Les organismes vivants sont des systèmes thermodynamiquement ouverts qui réalisent des échanges de matière et d'énergie avec leur environnement. - La variabilité spatio-temporelle du milieu de prélèvement est soulignée. - Les contraintes du milieu sont mises en évidence dans les différentes parties du programme relatives au fonctionnement de l'organisme. <p><i>Mots-clés [Biodisponibilité, équilibre dynamique, homéostasie, matière minérale, matière organique, flux de matière et d'énergie]</i></p> <p><i>Il n'est pas attendu ici de présentation détaillée des molécules et de leurs rôles.</i></p>
1.2 Le prélèvement des ressources dans le milieu de vie et la mise à disposition pour l'organisme	
1.2.1. La réalisation des prélèvements gazeux au niveau d'échangeurs chez les organismes	
<ul style="list-style-type: none"> o La diversité des échangeurs gazeux des végétaux et des animaux en relation avec le milieu de vie 	<ul style="list-style-type: none"> - Les adaptations structurale et fonctionnelle des échangeurs gazeux sont étudiées chez les Angiospermes (feuille, tige, racine [TP B1]) et chez les Métazoaires (trachée de Criquet, poumons de Souris) [TP B2]. - Les points communs entre ces échangeurs ainsi que leurs différences sont dégagés. <p><i>Mots-clés [Stomate, lenticelle, rhizoderme, épiderme cutinisé, trachée, poumon]</i></p> <p><i>Se limiter aux exemples listés ci-dessus et étudiés en TP.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> o Les mécanismes des échanges gazeux 	<ul style="list-style-type: none"> - Le rôle des systèmes de convection interne et externe dans le maintien des gradients favorables aux échanges est établi en réinvestissant les exemples ci-dessus. - Les modalités de l'entrée des gaz (O₂, CO₂) dans l'organisme à travers les surfaces d'échanges sont présentées. - La prise en charge du dioxygène par l'hémoglobine est reliée aux propriétés de ce pigment. <p><i>Mots-clés [Gradients de pression partielle, diffusion, ventilation, circulation, loi de Fick, cinétique de la prise en charge d'O₂ par l'hémoglobine]</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> o La fixation symbiotique du diazote atmosphérique chez les Fabacées 	<p>- Les principales étapes de l'installation de la symbiose et les modalités de la fixation du diazote atmosphérique sont présentées.</p> <p>- Les prélèvements du diazote par la Fabacée varient selon la disponibilité en nitrate dans le sol (cas des nodosités à Rhizobium) ; le lien avec le paragraphe 3.4.2 de la partie A est établi.</p> <p>Mots-clés [Nodosité, endosymbiote, nitrogénase, légghémoglobine]</p> <p><i>Les autres symbioses permettant la fixation du diazote ne sont pas au programme.</i></p>
<p>1.2.2. Le prélèvement de la solution minérale du sol par les Angiospermes</p>	
<ul style="list-style-type: none"> o L'entrée de la solution minérale au niveau de l'appareil racinaire 	<p>- L'organisation extensive de l'appareil racinaire et les filaments mycéliens permettent l'exploration du milieu.</p> <p>- Les mécanismes d'absorption au niveau d'un poil absorbant sont précisés. Il est signalé qu'ils existent aussi au niveau des mycorhizes et sont responsables d'une part importante du prélèvement au stade adulte.</p> <p>[TP B1]</p> <p>Mots-clés [Potentiel hydrique, potentiel électrochimique des ions, aquaporine, transporteurs ioniques, force motrice, transports actifs primaire et secondaire]</p> <p><i>Présenter seulement les ectomycorhizes et les endomycorhizes arbusculo-vésiculaires.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> o Les mécanismes de transport des ions minéraux et de l'eau de la solution du sol jusqu'au système xylémien 	<p>- Les voies apoplasmique et symplasmique, et leur importance relative, sont décrites en amont du complexe xylémien chez une dicotylédone.</p> <p>Mots-clés [Apoplasme, symplasma, plasmodesme, barrière endodermique]</p>
<p>1.2.3. La captation d'énergie lumineuse dans le milieu par les Angiospermes</p>	<p>- Les modalités de la collecte de l'énergie lumineuse et la phase photochimique de la photosynthèse sont exposées.</p> <p>- Cette étude est orientée sous l'angle thermodynamique en valorisant les différents modes de couplage.</p> <p>- Les adaptations des surfaces de collecte de l'énergie lumineuse à différentes échelles sont soulignées.</p> <p>[TP B3]</p> <p>Mots-clés [Parenchyme palissadique, chloroplaste, thylacoïde, photosystèmes, pigments, chaîne d'oxydoréduction, ATP synthase, couplages énergétiques]</p> <p><i>Les différences rencontrées chez d'autres êtres vivants photosynthétiques ne sont pas mentionnées.</i></p>
<p>1.2.4. Le prélèvement des ressources et leur transformation préalable à l'absorption chez les Mammifères</p>	
<ul style="list-style-type: none"> o Le mouvement volontaire lors de la recherche de nourriture par un Mammifère 	<p>- Les stimuli sensoriels et leur rôle dans la naissance d'un message nerveux afférent sont mis en évidence. L'exemple pris chez la Souris permet de valoriser le [TP A10].</p> <p>- Le principe de l'intégration des signaux sensoriels est présenté et la construction d'un modèle simplifié de sommations spatiale et temporelle à l'origine d'un message efferent est réalisée.</p> <p>- Les mécanismes de propagation des potentiels d'action et de transmission synaptique de l'information aux muscles effecteurs, et les modalités de la contraction musculaire squelettique à l'origine du mouvement sont étudiés.</p> <p>[TP B4]</p> <p>Mots-clés [Neurone, myéline, récepteur sensoriel, potentiel récepteur, potentiel d'action, codage de l'information, propagations des signaux électriques, synapses neuro-neuroniques, sommations des potentiels post-synaptiques, synapse neuro-musculaire, potentiel de plaque motrice, potentiel d'action musculaire, contraction cytosquelettique, cycle d'interaction actine-myosine]</p> <p><i>L'intervention des centres nerveux supérieurs dans le contrôle et la programmation du mouvement n'est pas abordée. Seul leur rôle de centre intégrateur émetteur de commandes motrices est présenté.</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> o Les mécanismes de la digestion et de l'absorption intestinale au niveau du tube digestif 	<p>- Chez la Souris ou chez l'Homme, la digestion mécanique et chimique des différentes familles d'aliments le long du tube digestif est étudiée.</p> <p>- Les adaptations « structure-fonction » de l'intestin grêle aux différentes échelles sont décrites.</p> <p>[TP B5]</p> <p>Mots-clés [Tube digestif, glandes digestives, enzymes, transport membranaire, sécrétion exocrine]</p>
<ul style="list-style-type: none"> o Le contrôle de l'activité des enzymes du tube digestif 	<p>On étudie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le contrôle hormonal (sécrétine, cholécystokinine) de la sécrétion du suc pancréatique (proenzymes, bicarbonate) et l'action du pH sur l'activité des enzymes. - la cinétique de la ribonucléase pancréatique. <p>Mots-clés [Conditions optimales, cinétique michaelienne, Vm, Km, catalyse enzymatique, énergie d'activation]</p> <p><i>Le mécanisme réactionnel de la ribonucléase n'est pas à développer.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> o Le rôle des micro-organismes dans la nutrition des ruminants 	<p>- La chaîne trophique existant au sein du rumen et l'intérêt de l'association pour les partenaires, sont présentés.</p> <p>Mots-clés [Rumen, polygastrique, symbiotes, lignine, cellulose, fermentation, acides gras]</p> <p><i>Les réactions chimiques se déroulant dans le rumen ne sont pas détaillées.</i></p>
<p>2. La mise en mouvement de fluides circulants et la distribution de nutriments</p>	<p>La complexification des organismes s'accompagne de la mise en place de structures de distribution des nutriments au sein de l'organisme.</p>
<p>2.1 Les fluides circulants et leur mise en mouvement</p>	
<p>2.1.1. Les liquides circulants : sève brute, sève élaborée, sang et lymph</p>	<p>- Les compositions des différents fluides sont comparées et les composants à rôle nutritif sont identifiés.</p> <p>- Les variations de composition sont reliées aux variations d'approvisionnement et/ou de saison.</p> <p>Mots-clés [Eau, minéraux, matières organiques, saccharose et glucose, hématies, leucocytes (granulocytes, lymphocytes, monocytes), plaquettes et hémoglobine, plasma, protéines plasmatiques, lymph]</p> <p><i>Les fonctions des leucocytes ne sont pas au programme.</i></p>
<p>2.1.2. Les moteurs de la mise en mouvement des sèves brute et élaborée des Angiospermes</p>	<p>- Les modalités de mise en mouvement des sèves sont étudiées. Les valeurs des différentes composantes du potentiel hydrique au sein de la plante et entre la plante et son milieu (atmosphérique et édaphique) sont prises en compte.</p> <p>- La continuité sol-plante-atmosphère est soulignée.</p> <p>Mots-clés [Poussée racinaire, évapotranspiration foliaire, stomate, potentiel hydrique, cohésion des molécules d'eau]</p>
<p>2.1.3. La pompe cardiaque humaine et son automatisme</p>	<p>- La propulsion unidirectionnelle du sang dans un circuit fermé est démontrée.</p> <p>- Le cycle cardiaque est lié aux propriétés électriques du cœur.</p> <p>- Le contrôle de l'activité cardiaque est abordé en 2.3.</p> <p>[TP B6]</p> <p>Mots-clés [Anatomie et histologie cardiaque, cardiomyocytes, tissu nodal, contraction cardiaque et activité mécanique, pace-maker et activité électrique, débit systolique]</p>

<p>2.2 Les voies empruntées par les liquides circulants et les flux de matière</p>	
<p>2.2.1 Les systèmes circulatoires des organismes pluricellulaires</p>	<p>- Chez les Angiospermes et les Mammifères, les systèmes circulatoires et la structure fonctionnelle des différents conduits sont étudiés. On compare les systèmes circulatoires ouverts et fermés dans ces deux groupes. - Les caractéristiques cinétiques de la circulation dans les différents conduits sont précisées. [TP B6 et TP B7]</p> <p>Mots-clés [Système artériel, système veineux, système lymphatique, microcirculation, double circulation sanguine, éléments conducteurs xylémiens et phloémiens]</p>
<p>2.2.2 Les flux de matière entre les organes et les processus de chargement et de déchargement chez les Angiospermes</p>	<p>- Les mécanismes de charge et de déchargement des trachéides/vaisseaux xylémiens et des tubes criblés phloémiens, les statuts d'organe source et d'organe puits sont présentés. Les changements de ces statuts sont envisagés en lien avec les situations physiologiques étudiées au point 2.3.1. - Un schéma de la corrélation trophique au sein de la plante est construit. [TP B7]</p> <p>Mots-clés [Complexes xylémien et phloémien, circulations radiale et verticale, transports actifs, assimilats, puits de consommation, transporteurs saccharose]</p> <p><i>Pour le déchargement phloémien, seuls les mécanismes au niveau des organes de consommation sont abordés.</i></p>
<p>2.2.3 Les flux de matière chez les Mammifères</p>	<p>- Un schéma montrant le rôle des liquides circulants dans l'approvisionnement, la distribution et les pertes de matière chez les Mammifères est élaboré. - La contribution des différents capillaires aux flux de matière dans l'organisme est montrée à partir des exemples suivants : - capillaires continus des muscles squelettiques et approvisionnement ; - capillaires fenestrés des reins et ultrafiltration glomérulaire ; - capillaires sinusoides du foie et stockage/déstockage du glucose.</p> <p>Mots-clés [Circulation en parallèle et en série, système porte]</p> <p><i>Le néphron n'est pas au programme. Seule l'ultrafiltration glomérulaire au niveau des capillaires fenestrés est décrite pour élargir la notion de flux dans un système ouvert.</i></p>
<p>2.3 Les ajustements de la distribution en fonction des situations physiologiques</p>	
<p>2.3.1 Les réponses physiologiques aux variations saisonnières de l'approvisionnement trophique chez les Angiospermes.</p>	<p>- La gestion des réserves trophiques et les variations de la distribution lors des changements saisonniers sont mises en évidence à partir d'exemples chez les Angiospermes en climat tempéré.</p> <p>Mots-clés [annuelles, bisannuelles, vivaces, organe puits de stockage et de consommation, reprise végétative, vie ralentie]</p>
<p>2.3.2 Les réponses physiologiques aux variations journalières de l'approvisionnement trophique chez les Mammifères</p>	<p>- On met en évidence la formation et l'hydrolyse des réserves glucidiques, la relative stabilité du taux de glucose circulant malgré un apport discontinu.</p> <p>Mots-clés [Glycogénogenèse, glycogénolyse, glucagon, insuline, transductions, transporteurs GLUT]</p> <p><i>La situation de jeûne et la néoglucogénèse sont abordées dans la partie 4.2.</i></p>

<p>2.3.3 Les réponses physiologiques lors d'un effort musculaire chez les Mammifères</p>	<p>- Lors d'un effort physique (exemple de l'animal à la recherche de sa nourriture), les adaptations cardio-vasculaires permettent d'ajuster la distribution sanguine. - Les systèmes hormonal adrénérique et nerveux exercent un contrôle général du débit cardiaque. - La distribution du sang au niveau du muscle squelettique est soumise à un contrôle local. - Les modalités de la libération d'O₂ par l'oxyhémoglobine au niveau des capillaires du muscle squelettique sont détaillées.</p> <p>Mots-clés [Fréquence cardiaque, volume d'éjection systolique, systèmes sympathique et parasympathique, vasomotricité, résistance périphérique, effecteurs allostériques, effets Bohr et Haldane]</p> <p><i>Les mécanismes moléculaires (voies de transduction des messagers adrénaline, noradrénaline, NO) ne sont pas détaillés. Les mécanismes de la régulation de la pression artérielle ne sont pas au programme.</i></p>
<p>3. L'utilisation des nutriments et les voies métaboliques chez les Eucaryotes</p>	<p>Les nutriments permettent la synthèse de toutes les biomolécules et de l'ATP nécessaires au fonctionnement des cellules. La gestion des métabolites permet le maintien de l'homéostasie.</p>
<p>3.1 La réduction des molécules minérales chez les Angiospermes</p>	
<p>3.1.1 La réduction du CO₂ et la synthèse glucidique en présence de lumière</p>	<p>- La phase chimique de la photosynthèse des plantes en C3 est explicitée : incorporation du CO₂ et synthèse de trioses phosphate. - La variété des molécules glucidiques fabriquées (fructose, glucose) est soulignée. - La double affinité de la RubisCo pour le CO₂ et pour l'O₂ et ses conséquences sont mentionnées.</p> <p>Mots-clés [RubisCo, cycle de Calvin-Benson, couplages énergétiques, photorespiration]</p> <p><i>Le détail des réactions du cycle de Calvin Benson n'est pas au programme ; un schéma global équilibré du cycle et le bilan sont suffisants.</i></p>
<p>3.1.2 La fixation du CO₂ chez les plantes en C4</p>	<p>- Les étapes de la fixation du CO₂ chez les plantes en C4 sont mises en relation avec les adaptations histologiques et métaboliques. - Ce mode de fixation est comparé avec celui des plantes en C3 et ses conséquences sont envisagées. [TP B3]</p> <p>Mots-clés [Mésophylle, gaine périvasculaire, PEP carboxylase, séparation spatiale entre fixation du CO₂ et synthèse de trioses phosphate, photorespiration, points de compensation, facteurs limitants, gestion de l'eau]</p> <p><i>Les plantes CAM ne sont pas au programme.</i></p>
<p>3.1.3 La réduction du nitrate et du diazote en acides aminés d'interconversion</p>	<p>- Le nitrate absorbé est réduit puis combiné à un squelette carboné pour former des acides aminés d'interconversion. On inclut la réduction du diazote, en lien avec le point 3.4.2. de la partie A (cas de la symbiose <i>Rhizobium</i>-Fabacées).</p> <p>Mots-clés [Nitrate réductase, nitrite réductase, GS-GOGAT, pouvoir réducteur, ATP]</p>

3.2 Les réactions cataboliques et la production d'ATP	
3.2.1 La respiration cellulaire	<p>- La production d'ATP lors des processus d'oxydation totale des nutriments énergétiques (glycolyse, bêta-oxydation, cycle de Krebs, chaîne respiratoire) est mise en évidence et la production énergétique pour ces voies est quantifiée. L'ATP est une monnaie énergétique distribuée dans toute la cellule.</p> <p>- Le fonctionnement d'une enzyme allostérique, la PFK1 est étudié ainsi que son importance dans la régulation du flux métabolique.</p> <p>- L'existence d'autres points de contrôle est mentionnée.</p> <p>Mots-clés [Couplages énergétiques, ATPsynthase, coenzymes, allostérie et flux de métabolites, oxydation totale, activation des acides gras, hélice de Lypen]</p> <p><i>Le détail des réactions ne peut être exigé ; le bilan de chaque voie doit par contre être connu. Limiter l'étude de l'oxydation des acides gras à un acide gras saturé à nombre pair de carbones.</i></p>
3.2.2 Les fermentations lactique et éthanolique	<p>- La fermentation assure le recyclage des coenzymes réduites utiles pour le fonctionnement de la glycolyse.</p> <p>Mots-clés [Coenzymes, lactate, éthanol, hématies, cellules musculaires, levures, oxydation partielle]</p> <p><i>Les autres fermentations ne sont pas au programme.</i></p>
3.2.3 La comparaison des deux systèmes oxydatifs (respiratoire et fermentaire)	<p>- Un bilan énergétique est établi en soulignant l'intérêt de la coexistence des deux systèmes.</p>
3.3 Les réactions anaboliques et la synthèse de polymères	
3.3.1 Les modalités de la synthèse d'un polysaccharide : exemple de la cellulose	<p>- La synthèse de la cellulose et sa mise en place au sein de la paroi pecto-cellulosique (primaire et secondaire) sont décrites.</p> <p>Mots-clés [Microfibrilles de cellulose, cellulose synthase, pectine, hémicellulose, cytosquelette]</p>
3.3.2 Les modalités de la synthèse d'un polypeptide	<p>- Les étapes de la transcription, de la maturation des ARN pré-messagers et de la traduction sont étudiées chez une cellule eucaryote.</p> <p>- L'existence de niveaux de contrôle de l'expression génétique est signalée (chromatinien, transcriptionnel, postranscriptionnel). Par ailleurs, des éléments cis et trans régulent la transcription (s'appuyer sur l'exemple des hormones stéroïdiennes étudiées dans le point 2.1. de la partie C).</p> <p>- On précise que, chez les procaryotes, la synthèse des protéines est cotranscriptionnelle.</p> <p>Mots clés [ARN polymérase, nucléotides, maturation du transcrit primaire, ARNs, ribosome, amino-acyl ARNt synthétase, liaison peptidique]</p> <p><i>La maturation post-traductionnelle et l'adressage ne sont pas au programme</i></p>
3.4 Le stockage en vue d'une utilisation différée	
3.4.1 Le stockage des molécules organiques (polysaccharides, protéines, lipides)	<p>- Les organes et les formes de stockage organique sont présentés (en se limitant à l'amidon, au glycogène, aux triglycérides et au gluten). Ce point doit être traité en relation avec le paragraphe 2.3. de la partie B.</p> <p>[TP B8]</p> <p>Mots-clés [Organes et tissus de réserves, molécules de réserve]</p>
3.4.2 Le stockage de l'eau	<p>- Le stockage de l'eau est étudié à partir d'exemples chez les Angiospermes.</p> <p>[TP B9]</p> <p>Mots-clés [Parenchyme aquifère]</p>

4. Les adaptations de l'organisme à la disponibilité en ressources		La survie de l'individu dans un milieu variable suppose l'ajustement du fonctionnement des voies métaboliques et le maintien de paramètres physiologiques internes.
4.1 Les bactéries et l'adaptation du métabolisme		<p>- L'opéron lactose et les voies métaboliques associées sont mis en jeu lors de changements en nutriments glucidiques.</p> <p>- La plasticité du catabolisme oxydatif est soulignée à partir d'exemples de bactéries aérobies/anaérobies facultatives. Réinvestir les notions du point 3.2. de la partie B. La plasticité du métabolisme des bactéries est reliée à la rapidité de l'expression génétique.</p> <p>Mots-clés [Lactose, glucose, opéron à induction, β-galactosidase, perméase, transacétylase, répresseur, opérateur, promoteur, respiration aérobie, fermentations]</p> <p><i>L'existence de respirations anaérobies peut être mentionnée mais leur étude est hors programme.</i></p>
4.2 La régulation de la glycémie chez les Mammifères		<p>- Les connaissances du point 2.3. et 3.2. de la partie B sont utiles pour montrer le maintien du taux de glucose disponible en situation de jeûne prolongé et en situation post-prandiale.</p> <p>- La cascade de transduction du glucagon, est un exemple d'hormone à récepteur membranaire métabotrope.</p> <p>Mots-clés [Pancréas, foie, glycogène, glycogénolyse, glycogénogenèse, néoglucogénèse, contrôles enzymatiques, inhibiteurs enzymatiques, hexokinase, glucokinase, AMPc, adénylate cyclase, hormone, récepteur]</p>
4.3 La régulation de l'équilibre hydrominéral chez les Angiospermes		
4.3.1 Le contrôle de l'absorption racinaire et des pertes stomatiques en fonction des conditions du milieu		<p>- Les racines et les stomates sont des voies d'entrée et de sortie de l'eau (réinvestir les connaissances du point 1.2. de la partie B).</p> <p>- Le degré d'ouverture des stomates est relié aux intensités de la photosynthèse et de la transpiration. Le modèle de mécanisme d'ouverture du stomate est présenté.</p> <p>- Un modèle simple d'action de l'acide abscissique sur les cellules stomatiques en situation de stress hydrique est proposé. On mentionne la coopération trophique entre la racine et la feuille.</p> <p>Mots-clés [Photorécepteurs, transduction, stress hydrique]</p>
4.3.2 Les adaptations aux milieux desséchants		<p>- Les particularités morpho-anatomiques de certains végétaux leur permettent de répondre au caractère desséchant de leur milieu de vie.</p> <p>[TP B9]</p> <p>Mots-clés [Cryptes, cuticule, cellules bulbiformes, parenchyme aquifère]</p>

Liste des travaux pratiques de la partie B

TP B1 : Les échangeurs des Angiospermes (1h)	Observer des stomates d'épidermes foliaires, des lenticelles de tiges subérimées, des poils absorbants racinaires et des mycorhizes.
TP B2 : Les échangeurs respiratoires des Métazoaires (2h x [TP A6 et TP A10])	Étudier les trachées du Criquet, les poumons de la Souris.
TP B3 : Les structures de collecte de l'énergie lumineuse des plantes en C3 et en C4 (3hx [TP A1])	Observer la morphologie et l'anatomie des feuilles d'Angiospermes (C3 et C4). Observer les chloroplastes, isoler les pigments assimilateurs par chromatographie sur papier et caractériser le spectre d'absorption total.
TP B4 : Les structures supports de la communication nerveuse (3h)	Réaliser et observer un montage de nerf et de muscle strié squelettique. Observer une coupe transversale de moelle épinière. Analyser les enregistrements de potentiel récepteur, de potentiel d'action et de potentiels post-synaptiques. Étudier des électrographies de synapses et de myocytes striés squelettiques.
TP B5 : L'organisation fonctionnelle de l'appareil digestif (3h x [TP A10])	Étudier l'organisation de l'appareil digestif de la Souris. Étudier l'organisation fonctionnelle de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin grêle, du foie et du pancréas à partir de préparations microscopiques et d'électrographies.
TP B6 : L'appareil cardiovasculaire des Mammifères (4h)	Réaliser la dissection d'un cœur de Mammifère. Analyser des préparations microscopiques et des électrographies de tissus cardiaques. Observer des coupes d'artère élastique, d'artère musculaire, d'artériole, de capillaires, de veinule et de veine. Exploiter des électrographies des différents types de capillaires. Observer un frottis sanguin.
TP B7 : Les tissus vasculaires des Angiospermes dicotylédones (2h x [TP A4 et A5])	Observer des coupes transversales de tiges et de racines ainsi que des coupes longitudinales de xylème et de phloème. Étudier l'organisation primaire et secondaire de la vascularisation en relation avec les circulations verticale et radiale au sein de la plante.
TP B8 : Les organes de la mise en réserve chez les Angiospermes (2h x [TP C4])	Étudier les organes végétatifs et reproducteurs qui permettent le passage de la mauvaise saison et la reprise de la vie végétative (tubercules, bulbes et rhizomes, graine de haricot, caryopse de blé).
TP B9 : Les adaptations à la sécheresse chez les Angiospermes (1h)	Observer des coupes de feuilles d'Aloès, d'Oyat, de Laurier rose.

PARTIE C LA REPRODUCTION : ENTRE CONSERVATION ET INNOVATION

PROGRAMME	RECOMMANDATIONS ET NIVEAU D'EXIGENCE
<p>Objectif : Etudier les mécanismes à l'origine de la formation d'une descendance et de la transmission des caractères. Montrer que, tout en assurant la conservation du patrimoine génétique, ces mécanismes permettent également l'apparition d'innovations génétiques au sein des populations.</p>	
1. La reproduction bactérienne : multiplication, conservation et innovation génétiques	<p>La simplicité d'organisation des bactéries permet une multiplication rapide qui maintient les caractéristiques spécifiques et engendre une diversité importante au sein des populations.</p>
1.1 La multiplication des populations bactériennes	<p>- La cinétique de croissance des populations bactériennes est illustrée par l'observation de courbes (en lien avec la partie B.4.1.). [TP C1] <i>Les processus cellulaires et moléculaires de scissiparité ne sont pas détaillés.</i></p>
1.2 La conservation et la variation de l'information génétique lors des processus reproductifs	
1.2.1 La réplication : un processus semi-conservatif	<p>- Les mécanismes moléculaires de la réplication procaryotique sont présentés (<i>E.coli</i>). [TP C1] <i>Mots-clés [Origine de réplication, fourche et œil de réplication, amorce, matrice, semi-conservativité, polymérisation continue et discontinue]</i> <i>L'étude détaillée des ADN polymérases (sous-unités, reconnaissance moléculaire de l'origine de réplication, fonctionnement en tandem) n'est pas attendue.</i></p>
1.2.2 L'altération de l'information génétique pendant la réplication et lors du stockage de l'ADN	<p>- Les modifications de séquences informatives lors de la réplication sont illustrées à partir de formes tautomères. - On s'appuie sur un exemple d'altération chimique (dépuration spontanée) et sur une modification physique (dimérisation des thymines induite par les UV). - Les fréquences élevées des mutations sont signalées. <i>Mots-clés [Mutations ponctuelles, mutations aléatoires]</i> <i>La mutagenèse artificielle par des agents mutagènes chimiques et physiques n'est pas au programme.</i></p>
1.2.3 Les systèmes de réparation et les taux de mutation	<p>- Les processus de réparation mis en jeu lors de la réplication (correction d'épreuve des ADN polymérases) et lors du stockage (réparation des dimères de thymines) sont présentés. - On montre que les erreurs non réparées engendrent ou non des effets sur le phénotype, en liaison avec le point 2.1. de la partie A. - Les taux de mutation et les conséquences des mutations résiduelles à l'échelle des populations sont discutés. <i>Mots-clés [Activité exonucléasique, photolyase, variabilité génotypique, diversité phénotypique]</i></p>
1.2.4 La conjugaison bactérienne et ses conséquences génétiques	<p>- La conjugaison bactérienne est étudiée à partir des transferts horizontaux de gènes entre bactéries F⁺ / F⁻ et Hfr / F⁻. Les conséquences de ces processus de recombinaisons homologues à l'échelle des populations sont identifiées. - On montre que les transferts de gènes lors de la recombinaison des bactéries engendrent de la diversité génétique mais permettent également de réparer un ADN lésé. <i>Mots-clés [Plasmide, chromosome bactérien, recombinaison homologue]</i> <i>L'utilisation par l'Homme des processus de recombinaisons bactériennes et leurs applications peuvent être mentionnées mais leur étude est hors programme.</i></p>

2. La reproduction sexuée chez les Mammifères : conservation des caractères de l'espèce et diversité génétique des individus	La reproduction sexuée assure le maintien des caractères de l'espèce. Elle engendre également une diversité génétique, par recombinaison et réassociation alléliques ainsi que par mutation.
2.1 Les gamétogenèses et leurs conséquences génétiques	
2.1.1 La formation des gamètes	
○ La formation continue des spermatozoïdes et son contrôle	<ul style="list-style-type: none"> - Les étapes de la spermatogenèse au sein des tubes séminifères à l'origine d'une production continue de gamètes sont décrites. - Les événements génétiques fondamentaux (réplication de l'ADN, mitose, méiose) et la spermiogenèse sont repérés. - On montre que la spermiogenèse permet d'acquies une différenciation poussée en liaison avec les rôles biologiques des spermatozoïdes. - La participation des cellules de Sertoli dans la spermatogenèse est précisée : transferts nutritionnels, barrière hémotesticulaire. - L'étude des contrôles neuro-endocriniens ainsi que les rétrocontrôles testiculaires sur l'axe hypothalamo-hypophysaire illustre la notion d'intégration neuro-hormonale. - Le modèle de communication hormonale à récepteur intracellulaire est construit à partir d'une hormone stéroïdienne. <p>[TP C2]</p> <p><i>Mots-clés [Lignée germinale spermatique, multiplications mitotique et méiotique, différenciation, rétrocontrôle négatif, testostérone, inhibine, récepteur interne, régulation de l'expression génétique]</i></p>
○ La formation cyclique et contrôlée des ovocytes secondaires et la préparation à la nidation	<ul style="list-style-type: none"> - Les étapes de l'ovogenèse dans les ovaires sont décrites. - Les événements génétiques fondamentaux (réplication de l'ADN, mitose, méiose asymétrique et discontinue) et la différenciation ovocytaire sont repérés. - L'étude de la folliculogenèse permet de montrer la contribution des cellules folliculaires à la croissance ovocytaire et au cycle menstruel. - L'étude des contrôles neuro-endocriniens ainsi que des rétrocontrôles ovariens sur l'axe hypothalamo-hypophysaire illustre la notion d'intégration neuro-hormonale. - La synchronisation des transformations ovariennes, utérines et vaginales préparant une éventuelle fécondation et nidation est mise en évidence dans l'espèce humaine. <p>[TP C2]</p> <p><i>Mots-clés [Lignée germinale femelle, cellules somatiques folliculaires, cycle menstruel, phases folliculaire et lutéale, rétrocontrôles positif et négatif]</i></p> <p><i>Les mécanismes de blocage et de levée de blocage des divisions méiotiques ne sont pas au programme. Les cascades de transduction des médiateurs chimiques hypothalamo-hypophysaires ne sont pas abordées.</i></p>
2.1.2 Les aspects chromosomiques et génétiques de la gamétogenèse	
○ La multiplication mitotique des cellules germinales et ses conséquences génétiques	<ul style="list-style-type: none"> - La mitose est située dans le cycle cellulaire. - La répartition équitable des chromatides sœurs dans les cellules filles repose sur la condensation de la chromatine et la dynamique cytosquelettique. - Des mutations ponctuelles peuvent apparaître lors du stockage et/ou de la réplication (par analogie avec le cas des bactéries) : on discute de leur transmission lors de la distribution de l'information génétique. - On montre que des mutations chromosomiques sont à l'origine de garnitures chromosomiques déséquilibrées ; leurs conséquences sont envisagées à partir d'un nombre limité d'exemples. <p>[TP C3]</p>

	<p><i>Mots-clés [Appareil cytosquelettique microtubulaire, phases de la mitose, cytotélerèse, caryotype, délétion, duplication, inversion, translocation, aneuploïdies]</i></p> <p><i>Le contrôle du cycle cellulaire est hors programme. Les mécanismes des mutations chromosomiques ne sont pas détaillés. Les crossing-over mitotiques ne sont pas abordés.</i></p>
○ La méiose et ses conséquences génétiques	<ul style="list-style-type: none"> - Le comportement des chromosomes homologues et des chromatides au cours des divisions méiotiques, la distribution des allèles au cours des brassages intrachromosomique et interchromosomique sont présentés. - L'apparition de gènes dupliqués est reliée aux crossing-over inégaux. - L'apparition de mutations chromosomiques est reliée aux répartitions inéquitables de chromosomes homologues ou de chromatides. <p>[TP C3]</p> <p><i>Mots-clés [Chiasma, crossing-over, complexe synaptonémal, nodules de recombinaison, recombinaison homologue, points chauds de recombinaison]</i></p> <p><i>Les mécanismes moléculaires du crossing-over (notamment le modèle de Holliday) ne sont pas exigibles. Le contrôle génétique de la méiose est hors programme.</i></p>
2.2 La fécondation et ses conséquences génétiques	
	<ul style="list-style-type: none"> - La maturation, l'acquisition du pouvoir fécondant et la sélection des spermatozoïdes est mise en relation avec le déplacement des gamètes mâles dans les voies génitales mâles et femelles. - Les modalités de la reconnaissance moléculaire entre le spermatozoïde et la zone pellucide sont précisées. - Les conséquences génétiques de la fécondation (déclivage et achèvement de la méiose, migration des pronucléi et restauration de la diploïdie) sont précisées ainsi que les contributions respectives des gamètes mâle et femelle à la formation du zygote. - Les conséquences génétiques de la fécondation sont identifiées : maintien des caractères de l'espèce et formation d'une descendance originale par réassociation allélique. - On signale l'existence du phénomène d'empreinte parentale et de la transmission de ce marquage des génomes aux lignées somatique et germinale. <p>[TP C2]</p> <p><i>Mots-clés [Fécondation interne, capacitation, glaire cervicale, réaction acrosomique, épigénétique]</i></p> <p><i>Les modifications moléculaires du spermatozoïde durant sa maturation ne sont pas détaillées. Les conséquences moléculaires de la reconnaissance des deux gamètes (modifications du potentiel membranaire, cascade de transduction, réactivation de l'ovocyte et déblocage méiotique) ne sont pas attendues. L'existence de processus de limitation de la polyspermie est à signaler sans détailler les mécanismes moléculaires</i></p>
3. La reproduction des Angiospermes : conservation des caractères de l'espèce et variabilité génétique des individus	La reproduction des Angiospermes met en jeu des modalités gamétiques et des processus de clonage naturel. Ces deux systèmes, pouvant coexister au sein d'une même espèce, apportent à la fois stabilité et variabilité génétiques dans la descendance.
3.1 La formation d'une descendance par multiplication asexuée	<ul style="list-style-type: none"> - A partir d'exemples significatifs, on montre que la multiplication végétative naturelle constitue un avantage sélectif dans certaines conditions environnementales. - On discute la conformité de cette reproduction. <p>[x TP B8]</p> <p><i>Les modalités de clonage artificiel ne sont pas présentées.</i></p>

<p>3.2 La formation d'une descendance par multiplication sexuée</p>	
<p>3.2.1 La fleur et les sporogénèses</p>	<p>- Les adaptations des appareils reproducteurs des familles étudiées [x TPA8] sont mises en relation avec les modalités de la reproduction sexuée. - Les processus de microsporogénèse et de macrosporogénèse sont présentés. [TP C4] <i>Les modalités de la formation de la fleur, la physiologie de la floraison ne sont pas au programme.</i></p>
<p>3.2.2 La formation des gamétophytes mâle et femelle au sein des tissus sporophytiques</p>	<p>- On montre la contribution de la génération sporophytique à l'élaboration des générations gamétophytiques. - Les caractères cytologiques et biochimiques du microgamétophyte sont mis en relation avec sa dispersion et sa survie en milieu aérien. [TP C4]</p>
<p>3.2.3 La diversité des modes de pollinisation</p>	<p>- Les différents modes de pollinisation (pollinisation croisée anémophile ou entomophile, autopolinisation) sont comparés. - Quelques exemples significatifs de coévolution fleurs-insectes sont mis en relation avec les insectes étudiés dans la partie A. <i>Les autres modes de pollinisation ne sont pas abordés.</i></p>
<p>3.2.4 Les mécanismes favorisant l'hétérozygotie des fleurs allogames</p>	<p>- Les caractères morpho-anatomiques et physiologiques de la fleur limitant l'autogamie sont présentés ainsi que les processus d'auto-incompatibilités homomorphes (gamétophytique et sporophytique) et hétéromorphes qui imposent l'hétérozygotie. - La germination du grain de pollen et la croissance du tube pollinique sont décrits. Mots-clés [Siphonogamie et adaptation au milieu aérien, plantes monoïque et dioïque, protandrie, protogynie, auto-incompatibilités hétéromorphe et homomorphe, complexe génique S pluralité] <i>Les modèles moléculaires à l'origine du blocage de la germination du grain de pollen et de la croissance du tube pollinique ne sont pas abordés.</i></p>
<p>3.2.5 La double fécondation et la formation de la graine et du fruit</p>	<p>- Les modalités de la double fécondation ainsi que les transformations de l'ovule en graine et de l'ovaire en fruit sont présentées. - La relation reproduction - conservation des caractères de l'espèce - originalité génétique de la descendance est consolidée. [TP C4] Mots-clés [Zygotes principal et accessoire, embryon vivipare, albumen, maturation tégumentaire, transformations de la paroi ovarienne, dormance embryonnaire, inhibition tégumentaire, vie ralentie] <i>La physiologie de la fructification et celle du fruit ne sont pas au programme.</i></p>
<p>3.2.6 La dissémination des graines et des fruits</p>	<p>- On montre que les graines et les fruits, structures disséminantes, contribuent à la colonisation du milieu et à la limitation des compétitions intra et interspécifiques. [TP C4] Mots-clés [Chories diverses, adaptations morpho-anatomiques et physiologiques]</p>
<p>3.2.7 La germination de la graine et le développement différé de la descendance</p>	<p>- On présente les facteurs externes et internes induisant la germination des graines d'Angiospermes ; les principales étapes sont décrites. - Les modalités de la mobilisation des réserves sont étudiées en s'appuyant sur l'exemple d'une graine amyliacée de Poacée. - Etablir le lien avec le point 3.1.2. de la partie A. [TP C4] Mots-clés [Réhydratation et reprise de la vie active, levée des inhibitions, levée psychrolabile des dormances, balance hormonale, photosensibilité des semences] <i>Les voies de transduction des signaux gibbérelliques ainsi que les voies de transduction du signal lumineux par le phytochrome ne sont pas développées.</i></p>

<p>4. La reproduction et l'occupation des milieux</p>	<p>- A partir d'un exemple de succession écologique et de la courbe logistique, on discute des types de stratégies de reproduction r et K et des limites du modèle (existence de tous les types intermédiaires). - La capacité d'accueil du milieu (en lien avec les ressources étudiées dans la partie B du programme), sa stabilité est mise en relation avec le taux d'accroissement de la population (en lien avec la reproduction étudiée dans la partie C du programme). <i>Mots-clés [courbe logistique, modèles r et K, succession écologique]</i></p>
--	---

Liste des travaux pratiques de la partie C

<p>TD C1 : Approche cellulaire et moléculaire des reproductions bactériennes (2h x [TPA1])</p>	<p>Etudier graphiquement la croissance populationnelle de bactéries. Observer des électrographies de figures de reproductions des procaryotes. Analyser des résultats expérimentaux des travaux de Meselson et Stahl et de Cairns</p>
<p>TP C2 : Reproduction des mammifères : appareils reproducteurs et fécondation des Mammifères, (4h x [TPA10])</p>	<p>Mettre en évidence les appareils reproducteurs à partir de dissections de souris. Observer au microscope des lames d'ovaire et d'utérus à différents stades du cycle. Observer au microscope des lames de testicule : types cellulaires, fonctions endocrines et exocrines. Analyser des figures de fécondation.</p>
<p>TP C3 : États de la chromatine en interphase et étude des chromosomes en mitose et méiose (3h)</p>	<p>Exploiter des électrographies de noyau, d'euchromatine, d'hétérochromatine et de figures de réplication. Observer des cellules en mitose : apex méristématiques racinaires, figures de partages chromosomiques. Observer des cellules en méiose : anthères, figures de partages chromosomiques, images des stades de la prophase I. Analyser des caryotypes humains montrant l'haploïdie, la diploïdie et l'aneuploïdie.</p>
<p>TP C4 : Reproduction sexuée et germination de la graine des Angiospermes (6h x [TP A3, TP A8])</p>	<p>Observer des coupes de boutons floraux. Etudier des coupes d'anthères et d'ovaires pour souligner la coexistence des générations et les étapes de la formation des gamétophytes. Observer les stades de l'évolution de la fleur au fruit. Etudier la diversité des fruits et des graines en relation avec les modalités de la dissémination. Observer les différents types de germination : épigée et hypogée.</p>