

06/2017

Programme

LFA / DFG

Biologie

Série SMP

Seconde, Première et Terminale

Travail validé par le ministère de la formation et de la culture du Land de la Sarre, le ministère de la culture de la jeunesse et du sport du Land du Bade-Wurtemberg et le ministère de l'Éducation nationale de la République française

1 Idées directrices

1.1 Valeur éducative de la biologie

L'enseignement de la biologie dans les classes de seconde, de première et de terminale aide à construire une culture scientifique fondée sur des connaissances dans le domaine de la biologie et des autres disciplines scientifiques. Il tient compte des différentes dimensions de l'apprentissage : les contenus de la matière, les questions méthodologiques, la communication sociale, mais aussi la personnalité de l'élève.

L'élève est amené d'une part à développer ses compétences, à expliquer, argumenter, justifier, et à prendre part à un débat, d'autre part à faire des jugements, prendre des décisions et à agir de façon appropriée. L'enseignement de la biologie développe les compétences à évaluer de façon critique l'ampleur et les limites des connaissances et des méthodes en biologie ainsi que leurs implications sociales. Cela suppose que l'on analyse et que l'on comprenne des phénomènes biologiques sous différentes perspectives. En même temps, la biologie recourt à des savoirs, des lois et des méthodes venant d'autres disciplines scientifiques pour construire des savoirs, des lois et des méthodes spécifiques et autonomes.

Les secteurs de la santé, de la génétique, des biotechnologies, de la bioéthique, de l'environnement et du développement durable sont d'une importance sociale, économique et personnelle croissante. La biologie est donc devenue une matière fortement intégrative et relie les disciplines scientifiques et technologiques aux Lettres et aux Sciences humaines.

Les connaissances en biologie sont une base de la réflexion sur la position de l'Homme dans le monde vivant, sur l'individu et sur ses relations avec l'environnement. La biologie incite à réfléchir sur l'influence des sciences sur l'image que l'homme se fait du monde et le rôle qu'il s'y attribue.

En développant différentes compétences l'enseignement de la biologie dans les classes du secondaire prépare l'élève aux études supérieures scientifiques : il introduit aux questions, aux catégories et aux méthodes scientifiques qui sont à leur tour soumises à une reconsidération épistémologique. Cela exige une réflexion transdisciplinaire. La modélisation, aborder un problème aux différents niveaux de l'organisation de la vie et l'étude de structures biologiques complexes favorise la capacité à l'abstraction, au changement de perspectives et à la pensée logique.

L'enseignement de la biologie dans les classes de lycée doit encourager les élèves à contrôler et à organiser leur apprentissage et à appliquer les connaissances et les méthodes fondamentales dans une autonomie de plus en plus grande. Il contribue ainsi à créer un point de départ pour la formation professionnelle et les études supérieures (fonction propédeutique).

Les compétences sont différenciées en compétences liées au contenu (connaissances de la matière) et en compétences liées au processus d'apprentissage (méthodes aidant à l'acquisition de connaissances, à leur communication et évaluation).

1.2 Compétences

Compétence dans la matière :

Les élèves savent appliquer les principes fondamentaux suivants afin d'analyser et d'expliquer des phénomènes biologiques observés. Les **concepts de base** développés par la suite favorisent la compréhension et aident à structurer les faits traités en cours.

Concepts de base

- **Structure et fonction** : toutes les structures biologiques montrent le lien entre structure et fonction. Exemples : molécules, cellules et organes d'un organisme vivant
- **Organisation cellulaire** : tous les organismes vivants sont formés de cellules. Les cellules doivent, pour des raisons énergétiques notamment, être séparées du milieu extérieur, mais toutefois être en relation avec celui-ci pour l'échange d'énergie et de matière
- **Interaction spécifique entre des molécules** : des interactions de type « clés serrure » provoquent des effets spécifiques
- **Conversion énergétique** : nécessité et possibilités de conversion d'énergie dans la cellule
- **Régulation** : Des processus de régulation dans l'organisme sont une condition indispensable pour le métabolisme et le développement ontogénétique
- **Information et communication** : réception, transmission de signal, traitement et stockage des informations, déclenchement d'une réaction à des changements de l'environnement et du milieu intérieur
- **Reproduction** : Des organismes vivants se reproduisent et transmettent l'information génétique selon certaines règles à leurs descendants
- **Variabilité** : L'uniformité et la variabilité des organismes vivants sont le résultat de l'évolution des organismes
- **Adaptabilité** : Les structures des organismes vivants et leurs fonctions sont adaptés à leur environnement
- **Interaction** : interactions entre les cellules et entre les organes d'un organisme; interactions entre différents organismes et leur environnement, entre les organismes vivants d'une population et d'un écosystème

Compétence méthodologiques

Les élèves sont capables de :

- suivre les étapes d'une démarche scientifique dans le cadre d'une observation, d'une expérience ou d'une étude : projeter – réaliser - enregistrer au procès-verbal - évaluer des observations - réfléchir sur les divergences observées par rapport aux résultats attendus
- observer des préparations microscopiques simples, les représenter graphiquement et exploiter des images microscopiques
- réaliser et appliquer des clés de détermination simples
- mettre en œuvre la méthode expérimentale
 - poser des questions scientifiques
 - formuler des hypothèses
 - vérifier des hypothèses en faisant des expériences
 - exploiter les résultats
- utiliser des modèles dans l'acquisition des connaissances
 - construire des modèles, puis appliquer et adapter des modèles
 - expliquer les caractéristiques et des limites de modèles
- décrire, comparer et classer des phénomènes biologiques et définir des termes scientifiques
- établir des relations de causes à effets et expliquer ou interpréter des phénomènes biologiques

Compétence de communication

Les élèves sont capables de :

- analyser, structurer et présenter des informations de façon critique et ciblée
- convertir en d'autres formes de présentation des informations tirées de textes, de modèles, de diagrammes, de tableaux ou de représentations symboliques (équations chimiques)
- représenter sous forme appropriée des méthodes et des résultats d'observations, d'études et d'expériences en biologie ainsi que savoir les utiliser pour argumenter
- différencier le langage spécialisé du langage courant et appliquer correctement la terminologie scientifique

Compétence d'évaluation

Les élèves sont capables de :

- reconnaître dans différents contextes des faits biologiques
- déduire et évaluer des décisions, des mesures et des comportements sur la base des connaissances de la matière en tenant compte de différentes perspectives
- évaluer l'importance, les enjeux et les limites des applications scientifiques
- En outre, la biologie a un objectif qui va au-delà de la matière : la compétence sociale et personnelle qui doit permettre aux élèves de surveiller leurs activités scientifiques de façon critique et de les réaliser en équipe.

Compétences sociale et personnelle

La volonté de travailler, la fiabilité, l'indépendance, la responsabilité, la tolérance et la capacité de travail en équipe sont les dimensions de la compétence sociale et personnelle.

Les élèves sont capables de :

- organiser leur apprentissage individuellement ou en équipe et développer leur esprit d'initiative
- appliquer eux-mêmes des stratégies d'apprentissage et des méthodes de travail adaptées à la situation, réfléchir sur les approches choisies et en évaluer les résultats
- évaluer leur propre comportement pendant le travail ainsi que celui d'autres personnes coopérants dans l'équipe

1.3 Suggestions didactiques

Ce programme de biologie est le résultat d'une coopération des enseignants des trois lycées franco-allemands et des représentants des inspections de la France, du Bade-Wurtemberg et de la Sarre. Il se compose de contenus issus des divers programmes et se fixe pour objectif de proposer aux élèves français et allemands une formation de base en biologie tout en respectant l'esprit des différentes traditions d'apprentissage.

La quantité des contenus prévus dans ces programmes permet au professeur d'utiliser un nombre variable mais important de leçons pour approfondir des notions difficiles, diversifier les approches méthodologiques et surtout pour entraîner le langage technique.

L'intégration complète dans une même classe des élèves français et allemands exige de mettre l'accent davantage sur le travail linguistique que dans le cadre d'un cours avec des élèves dont c'est la langue maternelle. Ainsi, il faut travailler sur des termes techniques afin d'identifier des structures et des fonctions biologiques, mais aussi sur des expressions générales utilisées dans les domaines de l'argumentation scientifique et de l'expérimentation.

Le programme est présenté en deux colonnes. Dans la colonne « notions et contenus » sont décrits les contenus d'enseignement présentés dans leur contexte scientifique. La colonne de droite donne des indications concrètes pour la mise en pratique en cours. Selon le modèle d'un « curriculum en spirale » basé sur une approche pluridisciplinaire et transversale, des liens thématiques avec d'autres chapitres du programme de biologie sont évoqués.

Les passages imprimés en italique et sur fond gris décrivent des contenus facultatifs.

L'enseignement de la biologie en seconde n'est pas différencié selon les séries. En matière de contenus et de méthodes, il fournit des bases favorables à un enseignement ultérieur dans les trois séries SMP, SBC et L des classes de première et de terminale.

Seconde (Klasse 10)

2 Contenus

2.1 BIODIVERSITE ET ORGANISATION DU MONDE VIVANT

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Un écosystème est composé d'un biotope et d'une biocénose.</p>	<p>Etude d'un écosystème, du biotope et de la biocénose ainsi que des relations entre les êtres vivants</p>
<p>Les espèces qui constituent la biocénose présentent une diversité. Leur répartition dépend de facteurs abiotiques et biotiques.</p>	<p>Activités de détermination et de classification</p>
<p>Un écosystème est un système organisé où les espèces sont interdépendantes.</p>	<p>Expérimentations sur les préférendums</p>
<p>Les relations trophiques sont un exemple des relations existant entre les espèces.</p>	<p>Détermination et représentation des régimes alimentaires et des réseaux alimentaires.</p>
<p>Une modification du milieu ou des relations interspécifiques a des conséquences sur l'ensemble de l'écosystème ce qui peut modifier sa biodiversité.</p>	
<p>L'Homme par son action peut modifier l'équilibre dynamique actuel de l'écosystème.</p>	<p>Etude de cas, recherche documentaire (internet, ou autre).</p>
<p>La biodiversité varie en fonction du temps.</p>	

2.2 LES CELULES SONT LES UNITÉS STRUCTURALES ET FONCTIONNELLES DE TOUS LES ÊTRES VIVANTS

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Tous les êtres vivants sont constitués de cellules.</p> <p>Une cellule est limitée par une membrane plasmique qui détermine un milieu intérieur différent du milieu extérieur.</p> <p>Il existe deux types de cellules, les cellules eucaryotes (végétale et animale) et les cellules procaryotes.</p> <p>L'hétérotrophie est liée à la présence des mitochondries qui sont présentes dans toutes les cellules eucaryotes.</p> <p>L'autotrophie est liée à la présence des chloroplastes et caractérise les producteurs primaires.</p> <p>Toutes les cellules sont hétérotrophes, les cellules chlorophylliennes sont autotrophes ou hétérotrophes selon les conditions du milieu (lumière).</p> <p>Dans les cellules chlorophylliennes il y a production de matière organique qui est exportée vers d'autres cellules. La matière organique (biomasse) constitue le point de départ du flux de matière au long de la chaîne alimentaire.</p> <p>Cette matière organique peut être dégradée en particulier par la respiration ce qui produit une molécule énergétique utilisable par la cellule, l'ATP obtenue à partir de l'ADP.</p>	<p>Etude microscopique de cellules animales, végétales, bactéries et champignons Réalisation de préparations microscopiques et de dessins d'observation</p> <p>Expériences de plasmolyse et turgescence</p> <p>Schématisation ou modélisation d'une cellule eucaryote et d'une cellule procaryote</p> <p>Détermination des différents paramètres agissant sur la photosynthèse</p> <p>Etude expérimentale des besoins nutritifs et énergétiques des cellules autotrophes et hétérotrophes Représentation sous la forme d'un schéma bilan des métabolismes cellulaires</p> <p>Mise en évidence des échanges gazeux d'un végétal photosynthétique</p>

Limites : L'étude des structures cellulaires au microscope optique suffit pour ce niveau d'étude. Les ultrastructures des organites sont réservées au niveau des classes de première et de terminale. Cependant, l'étude de cellules au MET est envisageable pour mettre en évidence la présence ou l'absence de mitochondries.

L'étude de la structure de la membrane plasmique et de ses propriétés fonctionnelles sera complétée selon les besoins dans les classes de première et de terminale.

L'étude de la photosynthèse sera seulement abordée au niveau macroscopique et cellulaire.

2.3 LE SUPPORT MOLECULAIRE DU PROGRAMME GENETIQUE, L'ADN

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Le programme génétique est localisé directement dans le cytoplasme des cellules Procaryotes et dans le noyau des cellules Eucaryotes au niveau des chromosomes.</p> <p>Chaque chromosome contient une molécule d'ADN qui porte de nombreux gènes.</p> <p>L'ADN est formé de deux chaînes complémentaires de nucléotides à Adénine, Thymine, Cytosine, Guanine.</p> <p>La séquence des nucléotides au sein d'un gène constitue un message.</p>	<p>Localisation et extraction de l'ADN</p> <p>Modélisation et représentation simplifiée de la molécule d'ADN</p> <p>Utilisation de logiciels de bases de données sur les gènes</p>

Limites : Le niveau moléculaire des nucléotides n'est pas exigible.

2.4 L'EXPRESSION DU PROGRAMME GENETIQUE

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Les gènes sont des segments de la molécule d'ADN codant pour des protéines, ils existent sous différentes formes, les allèles.</p> <p>La séquence des nucléotides dans l'ADN gouverne la séquence des acides aminés dans la protéine selon un système de correspondance.</p> <p>Les propriétés des protéines dépendent de leur séquence respective en acides aminés et des conditions de leur environnement.</p> <p>Les protéines enzymatiques sont des catalyseurs biologiques qui influencent la vitesse des réactions métaboliques dans la cellule.</p> <p>Selon les conditions environnementales l'activité enzymatique peut être modifiée pouvant être à l'origine de différents phénotypes.</p>	<p>Utilisation de banques de gènes (<i>anagene</i>) et de logiciels de visualisation des molécules (ex : <i>rastop</i>)</p> <p>Utilisation d'un tableau de correspondance ADN-protéine</p> <p>Application de la relation structure-fonction d'une protéine sur un exemple précis</p> <p>Expériences de catalyse enzymatique pour montrer la double spécificité des enzymes, ainsi que l'influence des facteurs du milieu (thermo-dépendance) Visualisation du complexe enzyme-substrat (clé-serrure)</p> <p>Etude de cas de phénotypes liés à l'environnement</p>

Limites : L'ARN_m, l'étude des organites intervenant dans la synthèse des protéines, ainsi que les mécanismes moléculaires seront étudiés en terminale. En conséquence, en seconde, on étudiera exclusivement la correspondance de la séquence de nucléotides sur l'ADN et de la séquence d'acides aminés dans la protéine.

2.5 TRANSMISSION DU PROGRAMME GENETIQUE

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>La division cellulaire ou mitose s'effectue en plusieurs phases.</p> <p>Au cours de l'interphase du cycle cellulaire, la réplication de l'ADN s'effectue selon un mécanisme semi-conservatif, fondé sur la complémentarité des bases.</p> <p>Chaque cellule fille issue de la mitose contient normalement le même patrimoine génétique que la cellule initiale.</p> <p>Des erreurs ponctuelles ou mutations peuvent survenir spontanément lors de la réplication de l'ADN. Des facteurs mutagènes de l'environnement peuvent augmenter la fréquence des mutations.</p> <p>Les mutations sont à l'origine d'une diversité génétique au sein des espèces.</p>	<p>Observation microscopique de cellules en mitose Observation dynamique du phénomène Schématisation des différentes phases</p> <p>Etude des expériences historiques sur la réplication d'ADN Construction et étude de graphique de quantité d'ADN par cellule en fonction du temps</p> <p>Animations cycle cellulaire</p> <p>Expériences sur l'influence des facteurs mutagènes</p>

Limites : La réplication de l'ADN sera expliquée par la seule intervention de l'ADN polymérase qui interviendra avec quelques erreurs au niveau des yeux de réplication (mutations). L'étude des fragments d'Okazaki ou l'intervention des autres enzymes n'est pas au programme. Les expériences sur l'influence des facteurs mutagènes se feront dans le respect strict des conditions de sécurité et de législation.

Première et Terminale (Klassen 11 und 12)

2.1 COMMUNICATION A L'ECHELLE DE L'ORGANISME

2.1.1 Système nerveux

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Etude d'un réflexe Un réflexe est une réponse rapide et stéréotypée à un stimulus.</p> <p>L'information provenant des récepteurs sensoriels est conduite jusqu'au centre nerveux via la voie afférente. L'information est intégrée au niveau des centres nerveux et transmise aux effecteurs via la voie efférente.</p> <p>Dans le cas du réflexe myotatique les récepteurs stimulés sont les fuseaux neuromusculaires d'un muscle étiré, le centre nerveux est la moelle épinière et les effecteurs sont le muscle étiré qui se contracte et son antagoniste qui se relâche. Des nerfs sensoriels et moteurs transmettent l'information nerveuse respectivement des récepteurs au centre nerveux et de celui-ci aux effecteurs. Cet arc réflexe permet en particulier le maintien de la posture.</p> <p>Les nerfs sont constitués d'un ensemble de fibres nerveuses, appartenant à des cellules nerveuses, appelées neurones. Ceux-ci sont formés d'un corps cellulaire et de prolongements cytoplasmiques (dendrites propageant le message nerveux vers le corps cellulaire et axone propageant le message généré au niveau du corps cellulaire vers le bouton terminal). Dans un arc réflexe les différents neurones qui le constituent sont reliés par des synapses. Au niveau d'un centre nerveux plusieurs neurones afférents issus de récepteurs différents vont converger vers un même neurone moteur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - étude expérimentale du réflexe myotatique - schématiser un arc réflexe (\leftrightarrow programme de 1^{ère}/T^{ale} : circuit de régulation hormonale) - simulation ou étude des résultats d'expérience de stimulation et de section de nerfs (fibres motrices et sensitives) - observations microscopiques de nerfs, moelle épinière, ganglion rachidien, muscle - rendre compte d'une observation microscopique sous forme d'une représentation graphique ou d'une image, annotées - mise en évidence du délai synaptique dans un circuit neuronique
<p>Genèse et propagation du message nerveux au niveau d'un nerf Dans les nerfs mixtes certaines fibres proviennent de neurones afférents, d'autres de neurones efférents. Le message électrique enregistré sur un nerf est appelé potentiel global. Ses caractéristiques sont explicables par le nombre de fibres recrutées et leurs propriétés.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - mise en évidence expérimentale du potentiel global d'un nerf et de ses propriétés (recrutement, période réfractaire, seuil de stimulation,...)

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Propagation du message nerveux au niveau d'un neurone</p> <p>Au niveau de l'axone d'un neurone le message nerveux enregistré est un ensemble de potentiels d'action. Ce message est codé non pas en amplitude (loi du tout ou rien) mais en fréquence de potentiels d'action.</p> <p>La cellule nerveuse comme toutes les cellules de l'organisme présente une différence de potentiel membranaire appelée potentiel de repos. Celui-ci est dû à une répartition inégale des ions Na⁺ et K⁺ de part et d'autre de la membrane cellulaire.</p> <p>La structure de la membrane permet d'expliquer la répartition inégale de ces ions (perméabilité sélective, diffusion, transport actif). Il existe dans la membrane, des canaux spécifiques à chaque ion. La diffusion d'un ion à travers la membrane, dépend du gradient électrique (charge de l'ion) et du gradient électrochimique (concentration de l'ion de part et d'autre de la membrane). Les deux forces qui en résultent génèrent ou non un flux de cet ion. Le déséquilibre ionique de part et d'autre de la membrane plasmique est maintenu grâce à la pompe Na⁺/K⁺ ATP-dépendante.</p> <p>Un potentiel d'action est une inversion transitoire de la polarisation membranaire. Il est caractérisé par l'ouverture et la fermeture successives de canaux ioniques spécifiques, voltage dépendants, qui permettent la dépolarisation (entrée Na⁺), la repolarisation (sortie K⁺), puis l'hyperpolarisation. Chaque potentiel d'action ne fait intervenir localement qu'un faible nombre d'ions. Cela n'altère donc que peu la répartition inégale de part et d'autre de la membrane cellulaire des ions Na⁺ et K⁺, ce qui permet la genèse d'un train de potentiels d'action.</p> <p>La période réfractaire (absolue et relative) s'explique par une incapacité d'ouverture temporaire des canaux Na⁺-voltage dépendants.</p> <p>La pompe Na⁺/K⁺ ATP-dépendante assure continuellement le maintien de la répartition inégale des ions de la part et d'autre de la membrane.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – étude d'un PA à l'aide d'un logiciel de simulation – étude du codage d'un message nerveux au niveau d'une fibre nerveuse – étude d'un potentiel de repos à l'aide d'un logiciel de simulation – mise en évidence de l'existence d'un potentiel de repos par une expérience analogique – mise en évidence des mouvements ioniques (↔ programme 2^{nde}: membranes, ADT/ATP, enzymes) – mise en évidence de variation de la concentration ionique, de la perméabilité membranaire ou d'une absence d'ATP dans la genèse d'un potentiel d'action

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p><i>Un potentiel d'action est régénéré de proche en proche sur un neurone. Dans le cas d'un neurone non myélinisé la propagation du potentiel d'action est continue, alors qu'elle est dite saltatoire dans le cas d'un neurone myélinisé. Pour un diamètre donné la propagation du message nerveux est plus rapide sur une fibre nerveuse myélinisée.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – étude de la propagation du potentiel d'action à l'aide d'un logiciel de simulation
<p>Genèse du message nerveux au niveau d'un récepteur Au niveau du récepteur sensoriel, un potentiel de récepteur est généré, il est codé en amplitude et est à l'origine des potentiels d'action du message nerveux sensoriel. Ceux-ci sont déclenchés lorsque l'amplitude du potentiel de récepteur dépasse un certain seuil.</p> <p>Traitement et intégration du message nerveux au niveau d'un centre nerveux Un message nerveux est transmis d'un neurone à un autre au niveau des synapses. Le message nerveux présynaptique, codé en fréquence de potentiels d'action, est traduit en message chimique codé en concentration de neurotransmetteur. La libération du neurotransmetteur se fait par exocytose du contenu des vésicules synaptiques du bouton terminal. Les molécules de neurotransmetteur se fixent temporairement sur des récepteurs de la membrane post-synaptique grâce à la complémentarité de leur structure spatiale. Elles sont ensuite détruites dans la fente synaptique et les produits obtenus sont éventuellement repris au niveau du bouton terminal. Les récepteurs postsynaptiques sont associés à des canaux protéiques chimiodépendants spécifiques d'un ion.</p> <p>La fixation du neurotransmetteur induit une modification du potentiel transmembranaire du neurone post-synaptique. Au niveau d'une synapse excitatrice, il se forme un PPSE (potentiel post-synaptique exciteur), codé en amplitude. Il correspond à une dépolarisation. Au niveau d'une synapse inhibitrice, il se forme un PPSI (potentiel post-synaptique inhibiteur), codé en amplitude. Il correspond à une hyperpolarisation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – étude de la transduction à partir d'exemple d'un récepteur sensoriel comparable au fonctionnement du fuseau neuromusculaire

2.1.2 Régulation hormonale : l'exemple de la reproduction

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>La régulation hormonale s'effectue par les hormones, qui sont les molécules produites par des glandes endocrines, véhiculées par le sang et agissant sur les cellules cibles.</p>	
<p>Contrôle hormonal de la fonction reproductrice chez l'homme <i>La fonction reproductrice chez l'homme nécessite la production de spermatozoïdes. Celle-ci est continue à partir de la puberté, elle nécessite en particulier une testostéronémie constante.</i></p> <p><i>La production de testostérone par les testicules est contrôlée par le système neuroendocrinien faisant intervenir l'hypothalamus et l'hypophyse. La quantité de testostérone produite exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – observation microscopique de coupes de testicules fonctionnels ou non – simulation informatique d'expériences d'ablation, greffe et d'injection – établir des circuits de régulation (↔ programme 1^{ère} : réflexes)
<p>Contrôle hormonal de la fonction reproductrice chez la femme La fonction reproductrice chez la femme nécessite la production d'ovocytes par les ovaires (cycle ovarien) et la capacité d'accueillir l'embryon résultant de la fécondation au niveau de l'utérus (cycle utérin).</p> <p>Les cycles ovariens et utérins fonctionnent de façon synchrone. Ils sont contrôlés par un système neuroendocrinien faisant intervenir le complexe hypothalamo-hypophysaire et les ovaires. Les hormones ovariennes exercent selon le moment du cycle un rétrocontrôle positif ou négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.</p> <p>La connaissance de ces mécanismes hormonaux a permis de développer des méthodes contraceptives ou contragestives et d'élaborer des techniques d'aide à la procréation. Ces méthodes doivent être envisagées dans un cadre légal et en tenant compte des exigences éthiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – observation microscopique d'ovaires et d'utérus à différent moment du cycle – simulation informatique d'expériences d'ablation, greffe et d'injection – établir des circuits de régulation (↔ programme 1^{ère} : réflexes)

Limites : Les mécanismes cellulaires ou moléculaires de la régulation hormonale sont exclus.

2.2 COOPERATION CELLULAIRE : L'EXEMPLE DU SYSTEME IMMUNITAIRE

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>La réponse immunitaire innée L'immunité innée ne nécessite pas d'apprentissage préalable. Elle est génétiquement héritée et est présente dès la naissance. Suite à l'intrusion d'un élément étranger (bactéries, virus, éléments allergènes,...) une réaction inflammatoire aigüe se développe. Elle fait intervenir différentes cellules du système immunitaire (phagocytes, mastocytes, monocytes, granulocytes). Cette première réaction durera jusqu'à l'élimination des éléments étrangers par phagocytose. Les symptômes de l'inflammation sont rougeur, chaleur, gonflement et douleur résultant d'un afflux de sang et de la libération des médiateurs chimiques par certaines cellules sanguines.</p> <p>La réponse immunitaire adaptative L'immunité adaptative s'ajoute à l'immunité innée. Elle repose sur l'intervention coordonnée de certains leucocytes : les lymphocytes. Deux types de réactions immunitaires se déclenchent en même temps: la réaction immunitaire à médiation humorale dont les lymphocytes B transformés en plasmocytes seront les effecteurs et la réaction immunitaire à médiation cellulaire dont les lymphocytes T8 seront les effecteurs.</p> <p>Une première rencontre avec un antigène (phase de reconnaissance) est assurée par une cellule présentatrice de l'antigène qui permet la sélection et l'amplification des lymphocytes T4 compétents. Ceux-ci à leur tour permettront grâce aux phénomènes de sélection, d'amplification et de différenciation clonales, que les lymphocytes B et T deviennent les effecteurs de la réaction immunitaire adaptative.</p> <p>La coordination entre les différentes phases de la réaction immunitaire adaptative se fait par les médiateurs chimiques (interleukines,...) et/ou des contacts cellulaires entre les différents acteurs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - observation microscopique de différentes cellules et organes immunitaires - observation des effets d'une réaction inflammatoire - mise en évidence expérimentale d'une éventuelle séropositivité (test ELISA)

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>La phase effectrice de la réaction à médiation humorale fait intervenir les plasmocytes qui produisent des anticorps spécifiques à l'antigène reconnu.</p> <p><i>Les anticorps sont des immunoglobulines qui présentent deux sites identiques spécifiques de l'antigène dans leur partie variable et une partie constante pouvant interagir avec les cellules effectrices.</i></p> <p>L'association d'anticorps et d'antigènes forme un complexe immun qui favorise la phagocytose de l'antigène et/ou sa destruction.</p> <p>La phase effectrice de la réaction à médiation cellulaire fait intervenir les lymphocytes T₈ qui se différencient en LT cytoxiques. Les LT cytoxiques éliminent les cellules infectées.</p> <p>Les lymphocytes T4 sont les pivots de la coopération cellulaire. Leur destruction par le virus VIH entraîne une déficience immunitaire acquise (SIDA).</p> <p>La variation du phénotype immunitaire Une fois formés, certaines cellules de l'immunité adaptative sont conservées sous forme de cellules-mémoires à longue durée de vie. Cette mémoire immunitaire permet une réponse secondaire plus rapide et quantitativement plus importante vis-à-vis de cet antigène.</p> <p>Le principe de la vaccination repose sur l'existence d'une mémoire immunitaire. L'injection de produits immunogènes mais non pathogènes provoque la formation d'un pool de cellules mémoires dirigées contre l'agent d'une maladie. Elle est utilisée de façon préventive.</p> <p>La sérothérapie correspond à l'administration, en vue d'une utilisation thérapeutique, d'un sérum contenant les anticorps dirigés contre l'agent d'une maladie.</p> <p><i>Le phénotype immunitaire évolue toute au long de la vie de chaque individu selon les différents antigènes rencontrés.</i></p>	<p>– mise en évidence expérimentale de la formation du complexe immun (test d'Ouchterlony)</p>

Limites : Les différents types d'anticorps sont exclus.

2.3 L'EVOLUTION

2.3.1 Du génotype au phénotype

Cette partie s'appuie sur les acquis de 2^{nde} éventuellement complétés par l'antiparallélisme des deux brins d'ADN, qui seront rappelés au fur et à mesure des besoins (structure de l'ADN, deux brins complémentaires antiparallèles).

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>L'expression du génotype La transcription est la synthèse dans le noyau d'un ARNm, complémentaire du brin transcrit de l'ADN. Cet ARNm est intermédiaire entre ADN et protéines. L'ARN polymérase permet la transcription de l'ADN dans le sens 3' – 5'.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – utilisation d'un logiciel de base de données pour l'étude de la transcription
<p><i>Chez les eucaryotes, les gènes sont dits mosaïques, ce qui signifie qu'ils sont constitués de parties exprimées : exons et des parties qui ne le sont pas : introns. Un même ARN pré-messager peut subir, suivant le contexte, des épissages différents et peuvent donc être à l'origine de différents ARNm eux-mêmes à l'origine de plusieurs protéines différentes.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – utilisation d'un logiciel de base de données pour l'étude de l'épissage – utilisation d'un logiciel de visualisation de molécules pour étudier l'ARNm, ARNt, ...
<p>La synthèse protéique a lieu dans le cytoplasme au niveau des ribosomes. Le code génétique est le système de correspondance mis en jeu lors de la traduction de la séquence de nucléotides en chaîne polypeptidique. La traduction de l'ARNm fait intervenir successivement des ARNt porteurs d'acide aminé. La séquence polypeptidique résulte alors d'un système de reconnaissance codon (ARNm) - anticodon (ARNt).</p>	<ul style="list-style-type: none"> – utilisation d'un logiciel de base de données pour l'étude de la traduction
<p><i>Après la traduction, les protéines acquièrent leur configuration spatiale dans le cytoplasme ou dans le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi. Les protéines exportées peuvent également y être modifiées.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – utilisation d'un logiciel de visualisation de molécules pour étudier la structure des protéines (↔ programme 2^{nde} : enzymes)
<p>Différents facteurs internes ou externes peuvent contrôler l'expression des gènes. Chez les procaryotes et/ou les eucaryotes des modèles simples de régulation d'expression génétique ont été identifiés.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – étude du phénomène à partir d'un exemple concret (↔ programmes 1^{ère} et T^{ale} : circuits de régulation de réflexes et hormonelle)

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Universalité du code génétique La transgénèse repose sur l'universalité du code génétique. La transgénèse naturelle se fonde essentiellement sur les transferts de gènes par les bactéries (plasmides) et les virus. La transgénèse expérimentale comporte plusieurs étapes : repérage <i>et isolement</i> du gène, coupure <i>par les enzymes de restriction</i>, amplification <i>par PCR</i>, insertion du gène, <i>repérage des OGM</i>. Les connaissances issues de la recherche fondamentale sont exploitées dans le cadre de la santé et des biotechnologies.</p> <p>La conservation d'une lecture universelle du code génétique est un argument en faveur de l'origine commune des êtres vivants.</p> <p>L'origine de nouveaux phénotypes L'ADN polymérase réalise la duplication de l'ADN. Ce processus présente des erreurs qui sont généralement corrigées, dans le cas contraire des mutations ponctuelles apparaissent.</p> <p>Ces mutations (substitution, addition, délétion d'un ou plusieurs nucléotides) sont à l'origine de nouveaux allèles. Leurs conséquences sur les différents niveaux du phénotype (macroscopique, cellulaire, moléculaire) sont variables (mutations silencieuse, non-sens, faux-sens). Une mutation survient soit dans une cellule somatique (elle est ensuite présente dans le clone issu de cette cellule) soit dans une cellule germinale (elle est alors héréditaire). Les agents mutagènes augmentent la fréquence des mutations.</p> <p>Les mutations aléatoires sont à l'origine de nouveaux allèles et génèrent un polyallélisme au sein des populations d'une espèce. La diversité allélique est un élément de la biodiversité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - étude d'un exemple simple (fabrication d'hormones de croissance, d'insuline, thérapie génique, maïs Bt, utilisation d'<i>Agrobacterium tumefaciens</i> comme vecteur, technologie anti-sens, ...) (↔ programmes 1^{ère} et T^{ale} : biologie immunitaire - virus et bactéries comme pathogènes) - utilisation d'un logiciel de base de données pour comparer les séquences de différents allèles et celles des protéines (programme 2^{nde} : enzymes) - étude expérimentale d'un agent mutagène

Limites : Les différentes techniques aboutissant à un OGM doivent être comprises ou justifiées, mais ne feront pas l'objet d'une restitution de connaissances.

2.3.2 Transmission de l'information génétique

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Méiose et fécondation sont à l'origine de la stabilité et de la variabilité génétique</p> <p>La transmission de l'information génétique de génération en génération est assurée par la reproduction sexuée qui nécessite une alternance de phases.</p> <p>Chez les eucaryotes, la méiose est la succession de deux divisions précédée d'une seule réplication. Elle permet le passage de la phase diploïde à la phase haploïde.</p> <p>La fécondation assure à l'inverse le passage de la phase haploïde à la phase diploïde.</p> <p>Chez les diploïdes un gène est présent sous la même forme allélique (homozygote) ou sous deux formes différentes (hétérozygotes). Selon l'expression de l'un et/ou de l'autre allèle ceux-ci seront dits dominants/récessif ou co-dominants.</p> <p>L'existence d'allèles différents permet de suivre les brassages chromosomiques. Le brassage interchromosomique (gènes indépendants) et le brassage intrachromosomique (gènes liés) assurent une recombinaison des allèles des gènes au cours de la méiose. Le nombre de gamètes différents qui en résulte est potentiellement infini.</p> <p>La fécondation par l'association au hasard des gamètes mâles et femelles amplifie la variabilité génétique due à ces brassages.</p> <p>Des anomalies peuvent survenir lors de la méiose. Un crossing-over inégal aboutit parfois à une duplication de gène. Ces gènes évoluent par la suite indépendamment et forment une famille multigénique.</p> <p>Un mouvement anormal de chromosomes produit une cellule présentant un nombre inhabituel de chromosomes.</p> <p>Ces mécanismes peuvent être à l'origine d'innovations génétiques favorables ou non.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - étude du cycle de vie d'organismes haploïdes et diploïdes - ordonner, nommer et interpréter des observations microscopiques de cellules en méiose (\leftrightarrow programmes 1^{ère} et T^{ale} : étude microscopique de testicules) - observer les gamètes et les étapes de la fécondation au microscope optique et en faire l'interprétation au niveau génétique - effectuer une étude statistique simple d'un brassage interchromosomique en analysant des produits de la méiose lors d'un test-cross - effectuer une étude statistique simple d'un brassage intrachromosomique en analysant des produits de la méiose lors d'un test-cross - illustrer schématiquement les deux brassages - illustrer la variabilité des gamètes, puis des zygotes obtenus - utilisation de logiciel de données pour comparer les séquences des gènes d'une famille multigénique - observation des caryotypes anormaux

Limites : La description détaillée des phases de la méiose n'est pas au programme.

2.3.3 L'Évolution

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p>Les mécanismes de l'évolution Dans un milieu donné, certains allèles augmentent les chances de survie et de reproduction de l'individu qui en est porteur ainsi que de leur descendance. Ces allèles deviennent alors plus fréquents, d'autres plus rares. Ce mécanisme évolutif appelé sélection naturelle permet l'adaptation de l'espèce aux conditions du milieu : elle évolue.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La comparaison des théories de Darwin et de Lamarck à l'aide d'un exemple simple.
<p><i>Dans des populations géographiquement isolées, des différences génétiques s'accumulent entre elles.</i></p> <p><i>La dérive génétique est une modification aléatoire de la fréquence allélique. Elle est d'autant plus marquée que l'effectif de la population est faible.</i></p> <p><i>Lorsque ces différences sont suffisamment importantes, les populations peuvent être à l'origine d'espèces différentes. Une espèce peut être considérée comme une population d'individus suffisamment isolés génétiquement des autres populations.</i></p> <p><i>La biodiversité actuelle est le résultat et une étape de l'évolution.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - utilisation d'une modélisation informatique ou non pour comprendre l'isolation géographique. - utilisation d'une modélisation informatique ou non pour comprendre la dérive génétique
<p>L'évolution de l'Homme L'Homme, <i>Homo sapiens</i>, peut être regardé, sur le plan évolutif, comme toute autre espèce. Il a une histoire évolutive et est en perpétuelle évolution. Cette histoire fait partie de celle, plus générale, des primates. La classification de l'Homme parmi les animaux, les mammifères et les primates repose sur les caractères qu'il possède.</p> <p>L'Homme et le chimpanzé actuels partagent un ancêtre commun récent. La comparaison de leurs molécules (protéines, ADN,...) par différentes techniques a montré qu'ils sont génétiquement très proches.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - situer l'Homme dans la classification phylogénétique - utilisation des résultats expérimentaux (hybridation, séquençage du génome...) et/ou d'un logiciel de banque de données pour mettre en évidence de relations de parenté entre l'Homme et les grands singes actuels (programmes 1^{ère}/T^{ale} : réaction anticorps-antigène, tests immunologiques)

NOTIONS ET CONTENUS	ACTIVITES ENVISAGEABLES
<p><i>Le genre Homo est représenté actuellement par une seule espèce, mais par le passé plusieurs espèces humaines se sont succédées et ont coexisté. Le genre Homo regroupe donc l'Homme actuel et quelques fossiles qui se caractérisent notamment par une face réduite, un dimorphisme sexuel, un style de bipédie avec le trou occipital avancé et aptitude à course à pied, une mandibule parabolique, etc. La production d'outils complexes et la variété des pratiques culturelles sont associées au genre Homo, mais de façon non exclusive.</i></p> <p><i>Aucun fossile ne peut être à coup sûr considéré comme un ancêtre de l'homme ou du chimpanzé. La construction précise de l'arbre phylogénétique du genre Homo est controversée dans le détail.</i></p>	<p>– <i>extraire et organiser des informations d'un échantillon anatomique d'une espèce fossile pour justifier son appartenance au genre Homo</i></p>

Limites : Les caractères dérivés de l'Homme seront redonnés pour être utilisés lors de l'établissement d'une classification phylogénétique, mais ils ne feront pas l'objet d'une restitution de connaissances pour eux-mêmes.

3 Operatoren

Operator ¹	Definition
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Aspekte in einen Zusammenhang stellen, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten beziehungsweise kausale Zusammenhänge zurückführen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte, Prozesse und Eigenschaften von Objekten in der Regel unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben
bewerten	einen Sachverhalt nach fachwissenschaftlichen oder fachmethodischen Kriterien oder einem persönlichen und gesellschaftlichen Wertebezug begründet einschätzen
erklären	Strukturen, Prozesse oder Zusammenhänge des Sachverhalts erfassen und auf allgemeine Aussagen oder Gesetze zurückführen
erläutern	Strukturen, Prozesse oder Zusammenhänge des Sachverhalts erfassen und auf allgemeine Aussagen oder Gesetze zurückführen und durch zusätzliche Informationen oder Beispiele verständlich machen
interpretieren	Sachverhalte oder Zusammenhänge im Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten ohne Erläuterung wiedergeben
planen	zu einem vorgegebenen Problem Lösungswege entwickeln
untersuchen	Sachverhalte oder Objekte zielorientiert erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten
zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung anfertigen

¹ Bearbeitet nach der Operatorenliste der KMK: Operatoren Ph Ch Bio Februar 2013