



Schola Europaea / Office of the Secretary-General

Pedagogical Development Unit

Ref.: 2019-05-D-27-fr-2

Orig.: EN

Programme de Biologie – S4-S5

Approuvé par le Comité pédagogique mixte par la voie de la Procédure écrite PE 2019/31 le 16 juillet 2019

Entrée en vigueur 1^{er} septembre 2019 pour S4
 1^{er} septembre 2020 pour S5

Table des matières

1. Objectifs généraux.....	3
2. Principes didactiques.....	3
3. Objectifs d'apprentissage	4
3.1. Compétences	4
3.2. Concepts transversaux	5
4. Contenu	7
4.1. Thématiques	7
4.2. Tableaux	9
5. Evaluation	25
5.1. Descripteurs de niveaux atteints – Biologie S4-S5	26
6. Annexe 1 – Opérateurs utilisés pour la définition des objectifs d'apprentissage en 4.2, par descripteur de niveau	30

1. Objectifs généraux

Les Écoles européennes ont pour double mission d'offrir une éducation formelle et de promouvoir le développement personnel des élèves dans un cadre socioculturel élargi. La formation de base porte sur l'acquisition de compétences (savoirs, aptitudes et attitudes) dans une série de domaines. Quant à l'épanouissement personnel, il se réalise dans toute une série de contextes d'ordre intellectuel, moral, social et culturel. Il suppose, de la part des élèves, la conscience des comportements appropriés, la compréhension de leur cadre de vie et la construction de leur identité personnelle.

La réalisation de ces deux objectifs s'appuie sur une sensibilisation grandissante aux richesses de la culture européenne. La conscience et l'expérience d'une existence européenne partagée devraient amener les élèves à respecter davantage les traditions de chaque pays et région d'Europe tout en développant et en préservant leur identité nationale propre.

Les élèves des Écoles européennes sont de futurs citoyens de l'Europe et du monde. En tant que tels, ils ont besoin d'un éventail de compétences clés pour être capables de relever les défis d'un monde en mutation permanente. En 2006, le Conseil de l'Europe et le Parlement européen ont approuvé le Cadre européen des compétences clés pour l'apprentissage tout au long de la vie. Celui-ci définit huit compétences clés nécessaires à l'épanouissement et au développement personnels des individus, à leur inclusion sociale, à la citoyenneté active et à l'emploi :

1. La communication dans la langue maternelle
2. La communication en langues étrangères
3. La compétence mathématique et les compétences de base en sciences et technologies
4. La compétence numérique
5. Apprendre à apprendre
6. Les compétences sociales et civiques
7. L'esprit d'initiative et d'entreprise
8. La sensibilité et l'expression culturelles

Les programmes de matière des Écoles européennes cherchent à développer chez les élèves toutes ces compétences clés.

2. Principes didactiques

La biologie est une matière obligatoire pour tous les élèves de S4 et S5 : les cours se construisent sur les notions et méthodes fondamentales développées en sciences intégrées (S1-3), et en particulier l'étude de l'écologie qui constitue la seconde partie du programme de S3. Les cours sont destinés à transmettre aux élèves une compréhension du vivant sur les plans structural et fonctionnel, depuis l'échelle cellulaire jusqu'à celle de l'organisme d'une part, et du concept d'évolution lequel permet une approche explicative par les scientifiques de l'histoire de la vie sur Terre jusqu'à son état actuel d'autre part. Au cours de la quatrième année, le cours est organisé autour de thèmes—les cellules et les défis quotidiens relevés par les organismes pluricellulaires—qui invitent les professeurs à choisir des exemples dans de nombreux groupes taxonomiques, donnant ainsi un aperçu de la biodiversité. Au cours de la cinquième année, le programme impose une excursion de deux jours *in-situ*, afin de permettre aux professeurs d'intégrer les thèmes de la biodiversité, de la préservation de l'environnement et du développement durable à l'étude de l'hérédité et de l'évolution, qui sont les sujets principaux du programme de S5

Au cours de la sixième et de la septième année, les élèves ont le choix de poursuivre la biologie jusqu'au baccalauréat à un niveau élevé. Cela étant, les élèves qui ne choisissent pas de sciences à un niveau élevé (biologie, chimie ou physique) pour le cycle terminal du baccalauréat, devront choisir le cours de biologie de deux périodes par semaine, permettant d'acquérir une culture générale scientifique.

Les élèves devront acquérir les compétences et les concepts transversaux énumérés dans les sections 3.1 et 3.2 de ce programme, principalement en menant des activités d'investigation : observer, concevoir des expériences avec le matériel approprié, mesurer, rechercher des explications, discuter avec leurs pairs et leur professeur, formuler des raisonnements abstraits, créer des modèles, formuler des hypothèses et des théories explicatives, communiquer à l'aide de rapports expérimentaux écrits, présentations ou toute autre forme de production. Avec le suivi actif de leur professeur, les élèves devront effectuer eux-mêmes ces activités au maximum.

Cette approche des sciences et des mathématiques fait référence au dispositif *inquiry-based learning* (IBL) c'est-à-dire *l'apprentissage basé sur l'investigation*. Une vue d'ensemble de l'IBL peut être trouvée dans le guide *PRIMAS* de l'IBL pour les classes de mathématiques et sciences¹. Un document très utile et pratique pour construire des leçons IBL est le modèle de plan de leçon "5E"².

L'étude de la biologie est centrale chez les élèves pour le développement de la compréhension de leur propre personne en tant qu'être vivant dans leur environnement. Les professeurs devront ainsi établir des liens au cours de leurs progressions avec les problèmes de santé humains, - individuels, sociétaux et globaux - dès que cela leur semble approprié. Ils devront de la même manière, établir des relations avec les problèmes liés à la biodiversité, la préservation de l'environnement, le développement durable et le changement climatique. Les professeurs sont encouragés à coordonner leurs activités avec des organisations extrascolaires agréées dès que l'occasion se présente, et mener des projets et/ou des clubs ainsi qu'organiser des sorties scolaires. Enfin les professeurs devront profiter tout au long des programmes de sciences des années S1 à S7 des possibilités offertes par le Symposium des Sciences des Écoles européennes.

3. Objectifs d'apprentissage

Apprendre, ce n'est pas simplement acquérir plus de connaissances sur le contenu. Le contenu dans un contexte scolaire est utilisé pour donner aux élèves des compétences, pour les préparer à la société et au travail. Ce programme repose sur une fondation à trois angles. Les sujets de contenu sont utilisés pour apprendre des compétences clés générales, acquérir des compétences scientifiques et mathématiques spécifiques et pour relier des disciplines à des concepts transversaux, comme modélisé dans les « Next Generation Science Standards » de la « National Science Teachers Association »³ des États-Unis. L'objectif est de préparer les élèves à l'apprentissage tout au long de la vie. Les verbes en gras utilisés dans la colonne Objectifs d'apprentissage de la section 4 font référence à ces compétences et concepts.

3.1. Compétences⁴

Les compétences à acquérir par les élèves sont énumérées ci-dessous. Il est conseillé de consulter la taxonomie de Bloom des verbes d'action lors de l'évaluation des compétences.

1. **Connaissances et compréhension**

L'élève démontre une connaissance exhaustive des faits, une maîtrise approfondie et une utilisation correcte des concepts et principes scientifiques.

¹ https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/11/primas_final_publication.pdf

² Le modèle de plan de cours 5E est décrit sous le lien suivant <http://ngss.nsta.org/designing-units-and-lessons.aspx>

³ Voir <http://ngss.nsta.org/About.aspx>

⁴ Les compétences définies dans ce chapitre sont définies en se référant au niveau d'acquisition le plus élevé pour le premier cycle (voir chapitre 5.1., "Descripteurs de niveaux atteints").

2. **Application**

L'élève est capable de relier les différentes parties du programme et de mettre en application les concepts afin de résoudre une grande variété de problèmes non préparés ainsi que de proposer des hypothèses appropriées.

3. **Analyse**

L'élève est capable d'analyser des données complexes de façon détaillée et critique et de formuler des explications sur des données complexes..

4. **Travail expérimental**

L'élève sait formuler des hypothèses, concevoir et mener des expériences en utilisant une grande variété de techniques tout en étant attentif aux règles de sécurité et à l'éthique.

5. **Compétences numériques et d'information**

L'élève sait systématiquement et de manière autonome trouver des informations sur des sujets scientifiques et évaluer leur fiabilité en ligne et hors-ligne. Il/Elle sait utiliser de manière autonome des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques.

6. **Communication (orale et écrite)**

L'élève communique de manière logique et concise en utilisant la terminologie adéquate.

7. **Travail en équipe**

L'élève travaille de manière constructive en tant que membre d'équipe, prend des initiatives – a un rôle de meneur.

Globalement, les élèves doivent prendre conscience de l'environnement dont ils font parties et apprendre à agir en citoyens responsables.

3.2. **Concepts transversaux**

Cette liste de concepts transversaux est partagée par tous les programmes de sciences et de mathématiques. Cette liste est basée sur les « normes scientifiques de la prochaine génération »⁵ des États-Unis.

1. **Modèles**

Les modèles de formes et d'événements guident l'organisation et la classification et suscitent des questions sur les facteurs qui les influencent.

2. **Causes et effets**

Les événements ont des causes, parfois simples, parfois multiformes. Une activité scientifique majeure consiste à étudier et à expliquer les relations de cause à effet et les mécanismes par lesquels elles sont arbitrées. Ces mécanismes peuvent ensuite être testés dans des contextes donnés et utilisés pour prédire et expliquer des événements dans de nouveaux contextes.

3. **Quantification**

Les scientifiques essaient, chaque fois qu'ils le peuvent, de transformer des données en chiffres, car cela leur permet d'utiliser la formidable boîte à outils des mathématiques pour expliquer, interpréter et créer de nouvelles pistes de recherche.

⁵ Voir <http://ngss.nsta.org/CrosscuttingConceptsFull.aspx>

4. **Représentation de données**

Les scientifiques choisissent parmi plusieurs façons de représenter des données et des conclusions, notamment des graphiques, des modèles mathématiques, des dessins d'observation, la conservation de spécimens, etc.

5. **Echelle, proportion et quantité**

Lorsqu'on examine les phénomènes, il est essentiel de reconnaître ce qui est pertinent à différentes mesures (taille, temps ou énergie, par exemple) et de déterminer de quelle façon les changements d'échelle, de proportion ou de quantité affectent la structure ou les performances d'un système.

6. **Systèmes et modèles de systèmes**

Un système est un groupe organisé d'objets ou de composants liés. Des modèles peuvent être utilisés pour comprendre et prédire le comportement.

7. **Energie et matière**

Le suivi des flux d'énergie et de matière dans, hors et à l'intérieur des systèmes aide à comprendre le comportement du système.

8. **Structure et fonction**

La manière dont un objet est formé ou structuré détermine nombre de ses propriétés et fonctions.

9. **Stabilité et changement**

Pour les systèmes conçus et naturels, les conditions qui affectent les facteurs de stabilité qui contrôlent les taux de changement sont des éléments critiques à prendre en compte et à comprendre.

10. **Histoire et nature de la science**

Les scientifiques ont développé les règles de la recherche scientifique au fil des siècles. Les scientifiques doivent expliquer leurs méthodes d'investigation, partager leurs données et laisser les autres scientifiques en commenter les conclusions (principe de « l'examen par les pairs »). Les choix des scientifiques sur ce qu'il faut étudier, comment expliquer les résultats et comment agir en fonction de leur compréhension sont fondés sur le contexte de leur société. Les explications scientifiques (théories) sont toujours provisoires et peuvent être rejetées ou révisées sur la base de nouvelles preuves et interprétations.

4. Contenu

4.1. Thématiques

S4: 4.1. Introduction à la Biologie – Le domaine scientifique de la Biologie en tant qu'étude du vivant.

4.2. La cellule – La théorie cellulaire comme principe fondamental de la Biologie. L'organisation intracellulaire. Le principe de *Omnis cellula a cellula*. L'immense variété de formes et de fonctions cellulaires. Observation de cellules et d'organites au microscope optique.

4.3. Niveaux d'organisation des êtres vivants – Une vue d'ensemble de la composition des êtres vivants depuis les atomes jusqu'aux tissus différenciés, organes et systèmes des organismes pluricellulaires. Reproduction chez les organismes pluricellulaires.

Les thèmes 4.4 à 4.6 explorent le thème du maintien de l'homéostasie, sensu lato, des organismes pluricellulaires.

Cela amène à résoudre des problèmes fondamentaux : *communication* entre les cellules, et entre les différentes parties de l'organisme ; *transport* des matières premières et des productions cellulaires ; et *contrôle* des cellules du soi (Un quatrième thème sur la reconnaissance du soi et du non-soi n'est pas traité dans ce programme).

Ces thèmes peuvent être traités dans n'importe quel ordre selon le libre choix de l'enseignant(e). Dans chaque partie un exemple doit être tiré du niveau taxonomique pertinent le plus élevé incluant les êtres humains (par exemple le système urinaire → vertébrés) ainsi les élèves acquerront une compréhension globale de leur propre physiologie. Un autre exemple au minimum devra être tiré d'un autre groupe taxonomique majeur, afin que les élèves acquièrent une appréciation de la biodiversité et des différentes solutions à ces problèmes fondamentaux qui ont évolué au cours de l'histoire du vivant sur Terre.

4.4. Communication – Une vue d'ensemble sur les deux systèmes qui ont évolué pour communiquer au sein de l'organisme : le système hormonal (tous les organismes pluricellulaires) et le système nerveux (animaux seulement).

4.5. Transport – Les organismes pluricellulaires doivent mobiliser des ressources et de l'énergie pour fonctionner, transporter les nutriments et les produits cellulaires au sein de l'organisme, et éliminer les déchets.

4.6. Contrôle – Les organismes pluricellulaires doivent gérer la contradiction entre l'intérêt égoïste de chaque cellule et le bien-être général de l'organisme entier.

S4 or S5 :

4/5.0. Sexualité humaine – 4 périodes de discussions ouvertes et d'éducation sur le thème de la sexualité humaine.

Les professeur(e)s programmeront ce thème selon leur choix au moment approprié en S4 ou S5, en prenant en considération le développement et les besoins des élèves de la classe. Les professeur(e)s veilleront à ce que ce thème soit traité avant la fin du cycle S4-5.

S5: 5.0. Excursion – Une excursion obligatoire de deux jours pour étudier la diversité écologique, l'évolution et les thèmes relatifs au développement durable. La reprise des thèmes de la section 3.2 des sciences intégrées permet aux professeur(e)s de les relier au thème de l'évolution qui constitue le *leitmotiv* du programme de S5.

Les professeur(e)s programmeront l'excursion selon leur choix au cours de l'année de S5 en harmonie avec leur propre progression et les contraintes logistiques de l'école. Les contenus étudiés lors de l'excursion seront testés lors de l'examen semestriel correspondant.

5.1. Evolution – L'histoire de la vie sur Terre, menant à la théorie-phare qui donne son sens à toute la biologie, la sélection naturelle, construite à partir des composantes inhérentes à cette science : les variations, l'hérédité, la lutte pour la survie et le temps.

5.2. Hérité Mendélienne – Un simple modèle qui nous permet de traiter l'hérédité sur le plan quantitatif, menant ensuite aux bases d'une compréhension plus complexe.

5.3. Hérité chromosomique – Etablissement de la localisation des gènes sur les chromosomes, démonstration de la correspondance des événements de la méiose avec les prédictions Mendéliennes. Détermination du sexe chez les mammifères et d'autres organismes.

5.4. Hérité moléculaire – L'ADN en tant que molécule universelle qui constitue les gènes. Sa structure, fonction et réplique. Problèmes soulevés par la constante augmentation de notre aptitude à manipuler l'ADN. Une synthèse des thèmes de l'évolution et de la génétique pour discuter de l'eugénisme et des problèmes récurrents soulevés par l'application de nos connaissances de génétique aux êtres humains.

4.2. Tableaux

Toutes les parties de ce programme sont encadrées pour placer les élèves au centre de l'action, soulignées par les en-têtes de colonne :

Thème	Contenu du sujet <i>Les élèves vont apprendre...</i>	Objectifs d'apprentissage (et limites) <i>Les élèves seront capables de...</i>	Activités <i>Les élèves auront la possibilité de faire...</i>
<p><i>Le programme propose une organisation autour d'un ensemble de « thèmes ». Cette organisation de thèmes doit être comprise comme étant la configuration par défaut. Les sous-sections doivent être considérées comme thématiques plutôt que pédagogiques. Tout en veillant à présenter tous les objectifs d'apprentissage d'un thème, les enseignants sont libres de suivre l'ordre de leur choix.</i></p>	<p>Un large aperçu du contenu scientifique appartenant au thème général donné dans la première colonne. Le contenu peut être divisé en sous-sections, selon les besoins.</p>	<p>La feuille de route pour la planification des cours, structurée autour des compétences et connaissances de la matière que les élèves devraient acquérir dans le cadre du programme. Les parenthèses () indiquent les limites des objectifs, généralement pour spécifier le niveau maximal de connaissances techniques requis.</p> <p>Les objectifs d'apprentissage sont encadrés par des verbes, en gras. Les leçons devraient être conçues de manière à ce que les élèves réalisent eux-mêmes l'action de ces verbes.</p>	<p>"Activités suggérées/les élèves auront la possibilité de" fournit une liste d'activités que l'enseignant peut utiliser en classe pour atteindre ses objectifs d'apprentissage.</p> <p><u>Les activités suggérées ne sont ni prescrites ni exhaustives:</u> Les enseignants sont libres d'utiliser certaines activités mais pas toutes, et d'utiliser d'autres activités à la place ou en plus de celles-ci.</p> <p><u>Cependant, les enseignants doivent toujours placer l'activité de l'élève au centre de la biologie. L'enseignement devrait se faire par le biais d'apprentissages basées sur l'investigation (ABI ou IBL=Inquiry-Based Learning en anglais) dans la mesure du possible.</u></p>

Thème	Contenu du sujet <i>Les élèves vont apprendre...</i>	Objectifs d'apprentissage (et limites) <i>Les élèves seront capables de...</i>	Activités <i>Les élèves auront la possibilité de faire...</i>
4.1. Introduction à la biologie <i>Le domaine scientifique de la biologie en tant qu'étude des êtres vivants</i>	4.1.1. Qu'est-ce que le vivant ? ...le domaine de la biologie ...les différentes définitions de la vie ...L'ancêtre commun à toute forme de vie sur Terre	présenter la biologie comme l'étude des êtres vivants comprendre que la définition de la "vie" fait toujours l'objet de discussions parmi les scientifiques discuter des intérêts relatifs des différentes définitions scientifiques de la « vie » présenter une vue globale des plus grands groupes taxonomiques du vivant : bactéries, archées, principaux groupes eucaryotes (limités aux végétaux, animaux, champignons et protistes) savoir que ces groupes présentent des traits fondamentaux en commun, conduisant les scientifiques à formuler la conclusion qu'ils ont tous évolué à partir d'un ancêtre commun unique	<ul style="list-style-type: none"> • recherche et présentation des définitions de la vie par des scientifiques réputés (Aristote, Henri Bergson, Erwin Schrödinger, Lynn Margulis, Edward Trifonov, Gerald Joyce, Daniel Koshland, Manfred Eigen, Carol Cleland...) • discussion à partir des thèmes déjà étudiés en sciences intégrées
4.2. La Cellule <i>La théorie cellulaire comme principe fondamental de la biologie. L'organisation intracellulaire. Le principe de Omnis cellula a cellula. L'immense variété de formes et de fonctions cellulaires. Observation de cellules et</i>	4.2.1. La théorie cellulaire ...les cellules en tant qu'unités de base du monde vivant sur Terre ...les caractéristiques communes à toutes les cellules	savoir que la théorie cellulaire est fondamentale à la biologie moderne : <ul style="list-style-type: none"> - Les cellules sont les unités fondamentales de l'organisation, de la structure et du fonctionnement des êtres vivants sur Terre - Toutes les cellules dérivent de cellules préexistantes déduire les quatre attributs basiques possédés par toutes les cellules : <ul style="list-style-type: none"> - une frontière entre l'intérieur et l'extérieur - des informations pour se construire et s'entretenir - des appareils pour exprimer les informations - un moyen de convertir l'énergie en formes utilisables 	<ul style="list-style-type: none"> • créer un modèle 2D et 3D général de la cellule en utilisant des médias variés.

<p><i>d'organites au microscope optique.</i></p>	<p>4.2.2. Les structures et fonctions cellulaires</p> <p>...l'immense variété des cellules</p> <p>...organites visibles au microscope optique</p> <p>...division cellulaire comme origine de nouvelles cellules</p> <p>...chromosomes en tant que porteurs des informations cellulaires</p>	<p>préparer des lames microscopiques de différentes cellules</p> <p>dessiner des cellules animales, végétales, et fongiques à partir d'observations, en utilisant des échantillons de matériel frais et/ou des lames existantes appropriées pour mettre en évidence les organites et structures visibles au microscope optique (membrane cellulaire, paroi cellulaire, noyau, chromosomes, plastes)</p> <p>constater que les cellules se présentent sous des formes très variées, avec différentes structures, correspondant à leur groupe taxonomique et leur fonction au sein de l'organisme</p> <p>relier la structure et la fonction des organites suivants aux structures générales de toutes les cellules vues au 4.2.1 : membrane cellulaire, paroi cellulaire (pour les végétaux, champignons et certaines bactéries), noyau contenant les chromosomes et plastes (pour les végétaux)</p> <p>observer que toutes les cellules ne possèdent pas tous les organites possibles au sein d'une espèce et entre les espèces.</p> <p>représenter de manière simplifiée des cellules bactériennes, animales, végétales et fongiques et leurs structures sous forme de schémas-type.</p> <p>Identifier les structures cellulaires étudiées et leurs fonctions sur ces représentations schématiques</p> <p>observer des divisions cellulaires liées à la reproduction et/ou la croissance</p> <p>savoir que les chromosomes sont les porteurs des informations utilisées pour fabriquer la cellule et lui permettre de fonctionner, en relation avec la théorie cellulaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> • construction de tableaux/modèles comparatifs des différents types de cellules • exposés des dessins d'observation • observation de lames microscopiques de chromosomes polytènes (ex : <i>Chironomus</i>, <i>Drosophila</i>)
	<p>4.2.3. Organismes unicellulaires</p> <p>...la majorité des êtres vivants sur Terre</p>	<p>savoir que les microorganismes unicellulaires forment la plus grande part de la vie sur Terre</p> <p>observer une variété d'organismes unicellulaires au microscope optique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • exemples : eau d'étang, infusions de foin, cultures de levures, yaourt/choucroute ... • réalisation de cultures bactériennes

<p>4.3. Niveaux d'organisation des êtres vivants</p> <p><i>Une vue globale de la composition des êtres vivants depuis les atomes jusqu'aux tissus différenciés, organes, et systèmes des organismes pluricellulaires. Reproduction des organismes pluricellulaires</i></p>	<p>4.3.1. Niveaux d'organisation depuis les éléments chimiques jusqu'aux organismes pluricellulaires</p> <p>...les éléments chimiques qui composent les organismes</p> <p>...les principales catégories de molécules des organismes</p> <p>...niveaux d'organisation des organismes pluricellulaires</p>	<p>connaître les quatre principaux éléments chimiques qui composent les organismes (H, O, C, N) et certains des éléments trouvés en moindre quantité chez ceux-ci (ions Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, Fe...)</p> <p>savoir que H₂O est la molécule principale qui compose les organismes</p> <p>connaître les principales catégories de macromolécules qui composent les organismes : protides, lipides, glucides et acides nucléiques ainsi que les quatre principaux éléments qui les constituent (pas de formule ni de structure requise)</p> <p>construire une réflexion sur les organismes pluricellulaires en termes de hiérarchie d'organisation : (atomes → molécules → organites → cellules → tissus → organes → systèmes → organismes)</p> <p>déduire que les organismes pluricellulaires différencient des cellules pour différentes fonctions</p>	<ul style="list-style-type: none"> • expériences de mise en évidence des glucides/lipides/protéines. • observations microscopiques et macroscopiques de tissus, organes, organismes • représentation sous forme de schémas ou de plans des niveaux d'organisation • observation de divisions cellulaires sur des lames de matériel frais ou préparées (ex : coupes de racines)
	<p>4.3.2. Reproduction des organismes pluricellulaires</p> <p>... modes de reproduction sexuée et asexuée</p>	<p>déduire que la reproduction des organismes pluricellulaires est plus complexe qu'une simple division cellulaire</p> <p>savoir que des organismes pluricellulaires peuvent se reproduire de manière asexuée autant que sexuée</p> <p>savoir que la progéniture produite sexuellement par deux parents possède un nouveau et unique lot d'informations dérivé de ceux-ci.</p> <p>déduire que la reproduction asexuée produit une progéniture identique au parent.</p> <p>nommer et décrire au moins deux types de reproduction asexuée dans différents groupes taxonomiques, (ex : par des bourgeons, stolons, parthénogénèse...)</p> <p>expérimenter une reproduction asexuée dans certains groupes d'organismes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • expérience de propagation asexuée chez des végétaux (ex : bouturage, stolons) • expérience de reproduction sexuée de végétaux (pollinisation contrôlée) • coordination avec un club jardinage • observation et/ou recherche du rôle des insectes dans la reproduction des plantes à fleur (crise dans les populations d'abeilles) • observation d'une reproduction asexuée chez les animaux (ex : <i>Hydra</i>, <i>pucerons</i>) • germination de spores de champignons provenant du commerce

Les thèmes 4.4 à 4.6 explorent le thème du maintien de l'homéostasie, sensu lato chez les organismes pluricellulaires

Cela amène à résoudre des problèmes fondamentaux : communication entre les cellules et entre les parties de l'organisme ; transport des matières premières et des produits cellulaires ; et contrôle des cellules du soi (Une quatrième partie sur la reconnaissance et la défense du soi contre le non-soi n'est pas traitée dans ce programme.). Ces thèmes peuvent être traités dans n'importe quel ordre selon le libre choix du (de la) professeur(e).

Dans chaque section, un exemple devra être tiré du groupe taxonomique pertinent le plus élevé incluant les humains (ex : système urinaire → vertébrés), ainsi les élèves acquerront une compréhension globale de leur propre physiologie. Un autre exemple relevant d'un autre groupe taxonomique majeur devra être traité au minimum, afin que les élèves acquièrent une appréciation de la biodiversité et des différentes solutions à ces problèmes fondamentaux qui ont évolué au cours de l'histoire du vivant.

<p>4.4. Communication</p> <p><i>Une vue d'ensemble des deux systèmes qui ont évolué pour communiquer au sein de l'organisme: Le système hormonal (tous les organismes pluricellulaires) et le système (animaux seulement).</i></p>	<p>4.4.1. Communication chimique</p> <p>...le système de communication universel des organismes pluricellulaires</p> <p>...en quoi les hormones présentent de multiples cibles et effets</p>	<p>savoir que tous les organismes pluricellulaires utilisent des signaux chimiques pour communiquer entre les cellules, tissus, organes et systèmes</p> <p>savoir qu'une hormone donnée peut avoir de multiples cibles et effets</p> <p>décrire et analyser des exemples d'une communication hormonale au moins dans deux taxons</p>	<ul style="list-style-type: none"> • expérience d'application sur les hormones végétales (hormones de bouturage pour l'enracinement) • recherche et présentation d'hormones ou de système hormonal de différents taxons (insuline/glucagon or auxine/gibbérelline) • recherche de perturbateurs endocriniens d'origine humaine dans l'environnement • discussion sur les effets de modifications du contrôle hormonal (trouble endocrinien, contraception hormonale)
	<p>4.4.2. Le système nerveux</p> <p>...un système de communication unique chez les animaux</p> <p>...un simple modèle des neurones, nerfs, et du système nerveux</p>	<p>savoir que le système nerveux a évolué seulement au sein du règne animal</p> <p>connaître les bases du système nerveux limité à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la structure de base du neurone seulement (pas de cellule de Schwann, pas de détail biochimique) - la nature binaire du signal nerveux : loi du tout-ou-rien - un sens unique de communication au sein des nerfs globalement, ce qui entraîne les notions de neurones afférent et efférent. - la structure basique des nerfs seulement - le système nerveux central/périphérique, système nerveux seulement (pas de discussion sur le système nerveux autonome (sympathique/parasymphatique)) 	<ul style="list-style-type: none"> • expérience de réflexe (réflexe myotatique, réflexe pupillaire...) • recherche de l'action de drogues et médicaments psychotropes • observation microscopique de neurones, de coupes de nerfs et du cerveau • description/représentation de la communication nerveuse depuis un stimulus jusqu'à la réponse correspondante à celui-ci. • simple expérience ou recherche sur le comportement dans différents taxons (insectes, céphalopodes...)

	<p>...les actions des drogues et médicaments psychotropes sur la neurotransmission dans le cerveau</p> <p>...points communs et différences entre les communications hormonale et nerveuse</p>	<p>décrire, analyser, et comparer les systèmes nerveux d'organismes provenant au moins de deux taxons (cnidaires, céphalopodes, insectes, vertébrés...)</p> <p>savoir que les drogues ou médicaments psychotropes inhibent ou stimulent la neurotransmission au niveau du cerveau</p> <p>discuter des problèmes et des questions que suscitent de telles drogues</p> <p>comparer la communication hormonale et nerveuse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Etude du système nerveux des cnidaires pour mettre en relation un système de communication nerveuse au sein d'un organisme avec celui au sein des organismes coloniaux. • invitation d'un expert en drogues et toxicomanie (possibilité de se coordonner avec les infirmier(ère)s et le (la) psychologue scolaires)
<p>4.5. Transport</p> <p><i>Les organismes pluricellulaires doivent mobiliser des ressources et de l'énergie pour fonctionner, transporter les nutriments et produits cellulaires au sein de l'organisme et éliminer les déchets</i></p>	<p>4.5.1. Prélèvement et absorption</p> <p>...comment les organismes prélèvent et absorbent les substances et l'énergie dont ils ont besoin</p>	<p>déduire que les organismes pluricellulaires doivent disposer de structures spécialisées pour absorber les substances et l'énergie qui leur sont nécessaires</p> <p>savoir que du fait que les végétaux sont autotrophes, ils doivent absorber l'énergie lumineuse et des molécules inorganiques (H₂O, CO₂, et minéraux), alors que les animaux et les champignons, lesquels sont tous deux hétérotrophes, doivent absorber le dioxygène (O₂) et des molécules organiques complexes</p> <p>analyser les systèmes de prélèvement/absorption chez les vertébrés (branchies/poumons, tractus digestif)</p> <p>analyser les systèmes de prélèvement/absorption chez un autre taxon au minimum (xylème, structure de la feuille chez les plantes vasculaires; haustorium chez les champignons; spiracles/trachées chez les insectes...)</p> <ul style="list-style-type: none"> - étude schématique seulement (concept clé : grande surface d'échange), pas de détail anatomique - pas de détail biochimique 	<ul style="list-style-type: none"> • expériences contrôlées sur des végétaux (absorption d'eau, de nutriments) • observer des préparations microscopiques (branchies, poumons, intestin) • plasmolyse (observation seulement) • osmose (explication simple) • céleri dans de l'eau colorée

	<p>4.5.2. Transport au sein de l'organisme</p> <p>...différents types de transport/systèmes circulatoires</p>	<p>décrire et analyser les systèmes de transport dans deux taxons au minimum (système circulatoire fermé des vertébrés, céphalopodes; systèmes circulatoires ouverts chez les insectes, mollusques autres que céphalopodes; systèmes de circulation d'eau chez les échinodermes, cnidaires; xylème/phloème chez les plantes vasculaires...)</p> <ul style="list-style-type: none"> - étude schématique seulement, pas de détail anatomique - pas de détail biochimique 	<ul style="list-style-type: none"> • construction d'un modèle de représentation ou une planche schématique de la circulation des vertébrés, à compléter avec toutes les sections de la partie 4.5 (différences de composition du sang avant et après passage dans l'intestin, les branchies, les poumons etc.) • dissection cœur/poumons • observation microscopique de globules rouges, capillaires sanguins • dissection d'insecte • observation microscopique de structures de transport chez les plantes vasculaires
	<p>4.5.3. Elimination des déchets</p> <p>...comment les végétaux éliminent le dioxygène (O₂)</p> <p>...comment les hétérotrophes éliminent le dioxyde de carbone (CO₂) et des molécules organiques complexes</p>	<p>savoir que les végétaux autotrophes doivent simplement éliminer le dioxygène (O₂)</p> <p>savoir que les animaux et les champignons doivent excréter le dioxyde de carbone (CO₂), l'excès d'azote, ainsi que des déchets organiques : molécules produites par le métabolisme</p> <p>décrire et analyser le système d'élimination des déchets d'au moins deux taxons (système urinaire chez les vertébrés, tubules de Malpighi chez les insectes, élimination du dioxygène chez les végétaux...)</p> <ul style="list-style-type: none"> - étude schématique seulement, pas de détail anatomique - pas de détails biochimique 	<ul style="list-style-type: none"> • dissection de reins • analyse chimique de l'urine • comparer les analyses chimiques de l'urine et du sang • discussion sur le concept de "déchet" dans des contextes biologiques et relier avec le contexte humain. • ajouter le rôle des reins et du foie pour compléter le modèle de circulation des vertébrés
<p>4.6. Contrôle</p> <p><i>Les organismes pluricellulaires doivent gérer la contradiction entre l'intérêt égoïste des cellules et le bien-être général de tout l'organisme</i></p>	<p>4.6.1. Contrôle des cellules</p> <p>...les intérêts compétitifs entre celui d'une cellule seule et celui de l'organisme entier</p> <p>...les cancers en tant que déficiences du contrôle des cellules du soi</p>	<p>déduire que les cellules au sein des organismes pluricellulaires ont des intérêts égoïstes les incitant à utiliser un maximum de ressources, à croître et se diviser, au détriment des intérêts de l'organisme entier</p> <p>déduire que les organismes pluricellulaires doivent avoir évolué autant sur le plan du contrôle intracellulaire que sur le plan du contrôle des cellules pour prévenir l'apparition de cellules malignes qui auraient un métabolisme excessif et des divisions cellulaires incontrôlables.</p> <p>savoir que les cancers apparaissent lorsque ces systèmes de contrôle au niveau cellulaire et/ou de l'organisme échouent, permettant à certaines cellules de se multiplier de manière anarchique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • construction d'un organigramme ou une autre représentation des étapes menant à l'échec du système de contrôle au sein d'un organisme (cancer) • prévention sur le tabac • recherche d'indices de protection des crèmes solaires • recherche et promotion d'une campagne d'information sur les éléments environnementaux cancérigènes d'origine humaine

	...facteurs de risque dans les cancers humains	<p>rechercher, décrire, analyser, et/ou comparer des systèmes de contrôle dans deux taxons au minimum</p> <p>savoir que la majorité des cancers apparaissent aléatoirement</p> <p>savoir que certains facteurs et comportements facilitent l'apparition de cancers chez les humains, notamment l'usage du tabac, l'exposition aux produits chimiques, la pollution de l'air, et les radiations incluant les rayonnements UV solaires.</p>	
--	--	--	--

Le Thème 4/5.0 donne l'opportunité d'organiser des discussions ouvertes sur le thème de l'éducation à la sexualité humaine. Les professeur(e)s planifieront ce thème selon leur choix à n'importe quel moment qu'ils jugeront approprié au cours du cycle S4-5, en prenant en considération le développement et les besoins des élèves de la classe. Les professeur(e)s veilleront à ce que ce thème soit traité avant la fin du cycle S4-5

<p>4/5.0. Sexualité humaine</p> <p><i>Puberté et sexualité humaine, à organiser selon les besoins et intérêts des élèves de la classe.</i></p>	<p>4/5.0.1 Sexualité et relations</p> <p>(...revoir les thèmes déjà étudiés en sciences intégrées)</p> <p>...discussion sur la sexualité et les relations en prenant en considération des besoins et intérêts des élèves de la classe</p>	<p>Les enseignant(e)s s'assureront que les élèves ont bien traité et acquis tous les objectifs d'apprentissage des sciences intégrées 1.4.1-3, avec des révisions et des mises à jour si nécessaire)</p> <p>poser des questions et discuter sur les problèmes concernant le sexe et les relations au sexe (anatomie, contraception, l'expérience du cycle menstruel, protection contre les infections sexuellement transmissibles, représentation dans les médias, pornographie, identité sexuelle, préférences sexuelles, plaisir, consentement, respect des autres...)</p>	<p>(Voir SI 1.4.2 pour les suggestions)</p> <ul style="list-style-type: none"> • présentation de différentes formes de contraception • discussion sur le réalisme des représentations dans les médias des activités sexuelles et des relations au sexe, incluant la pornographie • invitation d'experts venant de l'extérieur • donner l'opportunité aux garçons et aux filles de poser des questions séparément • donner l'opportunité aux garçons et aux filles de poser des questions anonymement • coordination avec les infirmiers(ère)s et/ou le (la) psychologue scolaire
---	--	---	--

Le thème 5.0 est une excursion (voyage de terrain) de 2 jours pour étudier la diversité écologique, l'évolution, l'impact de l'humain sur la nature ainsi que (et) le développement durable. L'excursion reprend les thèmes de la section 3.2 des sciences intégrées, et permet ainsi à l'enseignant(e) de les relier au concept de l'évolution qui constitue le leitmotiv du programme de S5. Les enseignants peuvent organiser ce voyage comme ils l'entendent durant l'année de S5, en fonction de leur progression et des contraintes logistiques de l'école. Le contenu de l'excursion fera l'objet d'une évaluation lors de l'examen semestriel correspondant.

<p>5.0 Excursion</p> <p><i>Etude de terrain portant sur la biodiversité, l'évolution et les sujets liés à l'impact de l'humain sur la nature et au développement durable.</i></p>	<p>5.0.0. Excursion</p> <p>... biodiversité, écologie et évolution sur le terrain</p> <p>... menaces sur la biodiversité dues au changement climatique et aux autres causes naturelles et humaines</p> <p>... approches du développement durable pour préserver la biodiversité</p>	<p>explorer différents aspects et sensibiliser à la biodiversité, à l'écologie, à l'évolution, à la systématique, au changement climatique et au développement durable dans le cadre d'une excursion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • identifier les différentes composantes d'un paysage • mesurer des facteurs abiotiques et identifier des variations au cours du temps • prélever des échantillons (spécimens pour herbier, par exemple) dans le respect de la protection de la biodiversité • rechercher des fossiles • utiliser des clés taxonomiques et des guides de terrain • mesurer la variation d'un caractère choisi dans une population naturelle • caractériser l'écosystème • identifier des adaptations spécifiques • dessiner des chaînes et des réseaux alimentaires (par exemple, bioaccumulation) • présentation / échanges avec des scientifiques • discuter de la manière dont la zone étudiée peut être menacée par le changement climatique et / ou d'autres causes humaines et naturelles • débats sur les questions de conservation, de biodiversité et de durabilité • impliquer les étudiants dans l'organisation de l'excursion afin de promouvoir les principes du développement durable dans la vie quotidienne • campagne de sensibilisation / action dans les écoles liée aux recherches avant et/ou après le retour
--	--	---	---

<p>5.1. Evolution</p> <p><i>L'histoire de la vie sur Terre, menant à la théorie-phare qui donne tout son sens à la biologie : la sélection naturelle construite à partir des composants inhérents à celle-ci : variation, hérédité (héritabilité), lutte pour l'existence et le rôle du temps.</i></p>	<p>5.1.1. Histoire de la vie sur Terre et arguments en faveur de l'évolution</p> <p>... l'histoire de la vie sur Terre</p> <p>... la distinction entre l'évolution en tant que fait et la théorie qui l'explique</p> <p>... les preuves irréfutables de l'évolution</p> <p>... comment construire une phylogénie</p>	<p>construire une chronologie de l'histoire de la vie sur Terre, à l'échelle, marquant les grandes ères géologiques, l'apparition des principaux taxons et les événements d'extinction majeurs, y compris l'extinction actuelle de l'Holocène</p> <p>faire la distinction entre l'évolution en tant que fait historique et la théorie de l'évolution qui propose des mécanismes explicatifs de son déroulement</p> <p>expliquer pourquoi les scientifiques sont sûrs que les êtres vivants actuels sont les descendants avec modifications de formes plus anciennes</p> <p>analyser au moins trois catégories d'arguments irréfutables de l'évolution en tant que fait</p> <p>construire une phylogénie AVEC des organismes réels ou fictifs à partir de données variées</p>	<ul style="list-style-type: none"> • rechercher et présenter des groupes d'organismes éteints (par exemple, des dinosaures) • discuter du sens d'une «théorie» en science: un cadre explicatif englobant un large éventail de phénomènes et s'appuyant sur des faits, des observations, des expériences et des raisonnements • un exercice de reconstruction d'une phylogénie d'organismes réels ou fictifs (par exemple, Caminalcules ou modèles informatiques), à partir de plusieurs ensembles de données • analyser et discuter une phylogénie humaine
	<p>5.1.2. Variation au sein des populations</p> <p>... les variations comme caractéristique universelle des populations naturelles</p> <p>... la distribution normale</p> <p>... l'importance de la loi des grands nombres</p>	<p>démontrer l'existence de variations dans les caractères biologiques au sein des populations</p> <p>représenter graphiquement ces variations et constater (reconnaître) la distribution statistique normale des résultats (traitement qualitatif de la variance uniquement)</p> <p>discuter la nécessité d'un grand ensemble de données pour obtenir des résultats fiables - Loi statistique sur les grands nombres (uniquement qualitative, aucun test pour l'intervalle de confiance)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • proposer une comparaison de caractères physiques au sein de la classe (par exemple, la taille, la pointure, la longueur du lobe de l'oreille, la couleur des yeux, les empreintes digitales, etc.) pour démontrer l'indépendance de variation entre les caractères. • mesurer et représenter graphiquement la variation pour un caractère humain (par exemple, taille de la main) de la population scolaire. Comparer des échantillons de différents effectifs pour illustrer la loi des grands nombres • mesurer la variation d'un caractère chez une autre espèce (plante / animal)

	<p>5.1.3. Hérité</p> <p>... la tendance de la descendance à hériter de la place de leurs parents dans la distribution statistique normale des caractères</p>	<p>observer que la progéniture a tendance à ressembler à ses parents et montre donc une distribution semblable pour un caractère donné (traitement qualitatif uniquement - une ressemblance qualitative de la progéniture aux parents est suffisante pour construire la théorie de la sélection naturelle) déduire qu'un individu aura tendance à se trouver dans une zone voisine dans la distribution statistique normale que celle de ses parents</p>	<ul style="list-style-type: none"> • demander aux élèves de lister les caractères qu'ils partagent avec leurs propres parents • discuter d'autres observations courantes de l'hérédité (par exemple, l'élevage de chiens, de chats, de chevaux)
	<p>5.1.4. Lutte pour l'existence</p> <p>... la contradiction entre croissance idéale des populations et des ressources limitées</p> <p>... l'argument malthusien appliqué aux populations naturelles et aux humains</p>	<p>représenter graphiquement les courbes croissance de population en cas de reproduction sans contrainte pour les populations à reproduction sexuée et asexuée dériver une équation simple pour décrire la croissance exponentielle (ex : $y=2^x$) analyser l'argument de Malthus selon lequel l'effectif des populations augmentera inévitablement plus vite que les ressources croîtront proposer et représenter graphiquement certaines hypothèses de variations dans les ressources au cours du temps (données qualitatives uniquement) analyser les conséquences de l'écart entre la courbe de croissance de la population et celle des ressources déterminer si l'argument de Malthus s'applique également à l'être humain et le relier aux questions de développement durable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • modéliser la croissance de la population dans diverses conditions de fécondité et de contraintes environnementales • Mettre en évidence expérimentalement des facteurs limitant la croissance bactérienne • présenter les arguments de Thomas Malthus dans "essai sur le principe de population" (1798) et les discuter à l'aide d'arguments avancés par les économistes, les spécialistes des sciences politiques et les historiens
	<p>5.1.5. L'évolution par la sélection naturelle</p> <p>... le cadre scientifique expliquant le mieux l'histoire de la vie</p>	<p>déduire le mécanisme de sélection naturelle décrit par Charles Darwin dans l'Origine des espèces (1859), si:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il y a une variation dans une population, - les descendants héritent des variations, - il y a une lutte pour l'existence car les populations n'ont pas assez de ressources, et il existe une reproduction disproportionnée de ce point de vue. alors - les distributions de caractères changeront de génération en génération, et - avec le temps, les lignées peuvent changer profondément <p>modéliser la sélection naturelle à l'aide de paramètres simples construire un modèle simple de spéciation par séparation géographique et le relier aux origines de la biodiversité</p>	<ul style="list-style-type: none"> • modéliser l'action de la sélection naturelle • discuter de l'analogie avec la sélection artificielle (en précisant qu'il n'y a pas de «sélectionneur» dans l'évolution naturelle ni d'objectif prédéterminé) • Effectuer des recherches sur des penseurs importants dans l'histoire de la théorie de l'évolution • modéliser, rechercher ou expérimenter le développement de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries ou la résistance aux pesticides chez les insectes

<p>5.2. Hérité Mendélienne</p> <p><i>Un modèle simple qui nous permet de traiter l'hérédité sur le plan quantitatif, menant ensuite aux bases d'une compréhension plus complexe.</i></p>	<p>5.2.1. Un modèle héréditaire particulière</p> <p>... Le modèle de Mendel pour étudier l'hérédité sur le plan quantitatif</p> <p>... Croisements dominants / récessifs de type monohybridisme</p> <p>... L'importance de la taille de l'échantillon</p> <p>... Les croisements test</p> <p>... Analyse de généalogies</p>	<p>préciser que Gregor Mendel a mis en place un modèle de système expérimental ingénieux qui simplifie utilement la transmission des caractères</p> <p>analyser les caractéristiques importantes d'un modèle d'organisme utilisable en génétique</p> <p>analyser les résultats des croisements de type monohybridisme F1 et F2 et en déduire l'existence d'allèles hérités de chaque parent via des gamètes (cf. 4.3.2).</p> <p>prédire les résultats d'un croisement de type monohybridisme donné à l'aide d'un échiquier/tableau de Punnett/croisement</p> <p>démontrer qu'il est peu probable que les ratios de descendants dans des échantillons de faible effectif soient conformes aux ratios mendéliens prévus</p> <p>comparer les résultats de quelques descendance avec un ensemble de données plus large pour tester l'effet de la loi des grands nombres</p> <p>analyser un croisement test pour déterminer le génotype</p> <p>analyser des arbres généalogiques pour en déduire des génotypes</p> <p>discuter des conséquences des diagnostics génétiques pour les individus et les familles</p> <p>connaître et utiliser la terminologie standard en génétique mendélienne: gène, allèle, dominant, récessif, génotype, phénotype, hétérozygote, homozygote</p>	<ul style="list-style-type: none"> • analyser la transmission monohybride P / F1 / F2 en utilisant des ensembles de données statistiquement significatifs • analyser les propres croisements et données de Mendel • Modéliser la transmission avec des pièces de monnaie (pile ou face) : les élèves forment des paires des «parents» hétérozygotes pour un trait donné, lancent des pièces pour déterminer les gamètes et créent des « catégories » de descendants. • inviter un conseiller en génétique et discuter des problèmes que posent les diagnostics mais aussi de l'importance de la communication avec les patients et leurs familles au sujet des maladies génétiques
	<p>5.2.2. Phénotypes plus complexes issus de croisements de type monohybridisme</p> <p>... Codominance, dominance incomplète et caractères polygéniques</p>	<p>analyser les résultats de croisement F1 / F2 non conformes au modèle récessif-dominant : codominance, dominance incomplète</p> <p>analyser des situations impliquant de multiples allèles dans une population</p> <p>savoir que la plupart des caractères résultent de l'interaction de nombreux gènes (aucune épistasie n'est requise)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • déduire les phénotypes à partir de génotypes pour les groupes sanguins ABO • donner des exemples de caractères polygéniques

<p>5.3. Hérité chromosomique</p> <p><i>Etablissement de la localisation physique des gènes sur les chromosomes, démonstration de la correspondance entre les événements de la méiose et les prédictions Mendéliennes. Détermination du sexe chez les mammifères et d'autres organismes.</i></p>	<p>5.3.1. Méiose</p> <p>... La localisation physique des gènes : les chromosomes</p> <p>... La correspondance entre la méiose et les prédictions mendéliennes</p> <p>... Les conséquences d'erreurs lors de la méiose</p>	<p>savoir que les chromosomes sont porteurs des gènes reconnaître les chromosomes dans un caryotype</p> <p>constater que la méiose correspond aux attentes du modèle héréditaire de Mendel concernant la répartition des allèles : importance de l'appariement des chromosomes, de la division réductionnelle, déterminant la loi de l'assortiment indépendant (liaison géniques non requises, aucun traitement détaillé des stades de la méiose 1/2 requis)</p> <p>déduire que des erreurs de méiose peuvent donner lieu à des problèmes tels que le syndrome de Down, illustré par des caryotypes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • examen de lames préparées de méiose • modélisation pratique des événements de la méiose, par exemple avec des «sockosomes» ou des chromosomes fabriqués dans un laboratoire numérique (fab lab) • étudier l'histoire des colorants chimiques qui ont rendu possible la découverte de la méiose (années 1870) • étudier les démonstrations de Theodor Boveri qui ont établi que les chromosomes sont les détenteurs de l'information génétique
	<p>5.3.2. Détermination du sexe</p> <p>... La détermination du sexe chromosomique XY chez les mammifères</p> <p>... Détecter des caractères liés au sexe chez l'homme</p> <p>... Détermination du sexe chez d'autres taxons</p>	<p>connaître le système de détermination du sexe chromosomique XY chez les mammifères</p> <p>utiliser la terminologie standard pour la génétique chromosomique: hémizygote, locus, autosomal, lié au sexe</p> <p>analyser un arbre généalogique avec un caractère lié au chromosome X</p> <p>analyser un arbre généalogique pour déterminer si un caractère est autosomique ou lié au sexe (récessif lié à l'X uniquement)</p> <p>décrire un autre système de détermination du sexe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • analyser des caryotypes • étudier la découverte de Nettie Stevens sur l'existence de chromosomes sexuels et de T.H. Morgan sur la découverte de caractères liés au sexe • rechercher et / ou examiner la détermination du sexe dans d'autres groupes, par exemple, les chromosomes ZW chez les oiseaux, la dépendance à la température chez les crocodiliens, l'haplodiploïdie chez les hyménoptères, les poissons qui changent de sexe, les systèmes chromosomiques chez les plantes dioïques...

<p>5.4. Hérité moléculaire</p> <p><i>L'ADN en tant que molécule universelle de l'information génétique. Sa structure, fonction et réplication. Une synthèse des thèmes de l'évolution et de la génétique pour discuter de l'eugénisme et des problèmes récurrents posés par l'application de nos connaissances de génétique aux êtres humains.</i></p>	<p>5.4.1. Structure et fonction de l'ADN en tant que support du codage pour l'élaboration des protéines</p> <p><i>... L'ADN : la molécule de l'hérédité</i></p> <p><i>... La double hélice</i></p> <p><i>... Une introduction à la structure et aux nombreux rôles des protéines</i></p> <p><i>... L'universalité du code génétique</i></p>	<p>savoir que l'ADN est le composant des chromosomes et qu'il est le support de l'information génétique (aucune épigénétique n'est requise)</p> <p>dessiner et légèder une représentation schématique simplifiée de la molécule d'ADN (double hélice, squelette sucre-phosphate, quatre bases ATGC)</p> <p>extraire l'ADN de cellules</p> <p>expliquer que l'ADN code pour la séquence d'acides aminés des protéines, qui sont produites par des ribosomes (aucun détail de la transcription / traduction de l'ARN n'est requis)</p> <p>savoir que les protéines sont des macromolécules complexes constituées des chaînes d'acides aminés qui se replient pour former des formes complexes qui déterminent leur fonction (aucun détail biochimique requis).</p> <p>savoir que les protéines sont les macromolécules clés de la biochimie cellulaire, jouant de nombreux rôles</p> <p>décrire plusieurs rôles joués par des protéines au sein des organismes (structure, enzymes, transport, hormones, signalisation, etc.)</p> <p>utiliser une roue/tableau de code génétique pour déterminer une séquence d'acides aminés à partir d'une séquence d'ADN donnée</p> <p>savoir que le code génétique est universel pour les organismes sur Terre (cf. 5.1.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • étudier le modèle de la molécule d'ADN de Watson / Crick et aborder les divergences d'avis concernant son attribution (rôle des données de cristallographie de Rosalind Franklin) • construire un modèle de molécule d'ADN • visualiser des modèles informatiques / vidéo de la structure des chromosomes et de la structure de base, des types et des fonctions de quelques protéines
	<p>5.4.2. Réplication de l'ADN</p> <p><i>... Un modèle simple de réplication de l'ADN</i></p> <p><i>... Un modèle simple de mutation</i></p> <p><i>... Comment les mutations introduisent de nouvelles variations dans les populations</i></p>	<p>expliquer et / ou modéliser un schéma de base pour la réplication de l'ADN (pas de détails comme la direction de la synthèse ou fragments d'Okazaki)</p> <p>construire un modèle de base des mutations dues à des substitutions au cours de la réplication, provoquant des mutations non-sens, faux-sens ou silencieuses, avec les modifications correspondantes de la structure et de la fonction de la protéine</p> <p>connaître certaines causes courantes de mutation: hasard/malchance, rayonnement, produits chimiques mutagènes (cf. 4.6.1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • construire un modèle de réplication de l'ADN • rechercher les causes des mutations • étudier l'effet des mutations non-sens, pour déduire l'effet des codons stop • identifier le premier acide aminé codé par chaque gène afin d'identifier le codon d'initiation • campagne d'information scolaire sur l'exposition environnementale à des substances cancérigènes d'origine humaine

		<p>reconnaître que les mutations ajoutent des allèles à une population, augmentant ainsi les variations sur lesquelles la sélection naturelle agit, ce qui entraîne l'évolution</p>	<ul style="list-style-type: none"> • utiliser l'anémie falciforme comme étude de cas pour consolider les sections 5.1 à 5.4 du programme : des phénotypes aux arbres généalogiques puis aux allèles, aux gènes et à la mutation ; relier à l'avantage de l'hétérozygotie, la répartition géographique, la sélection naturelle, les tests génétiques
	<p>5.4.3. Utilisations et abus de la théorie de l'évolution et de la génétique</p> <p>... L'histoire troublante du mouvement eugénique</p> <p>... Des questions d'actualité en matière de reproduction humaine, de génétique, de tests génétiques et de génie génétique</p>	<p>connaître la définition de l'eugénisme décrire l'eugénisme comme un mouvement politique qui applique la biologie à l'évolution humaine et ses conséquences</p> <p>reconnaître que les tests prénataux modernes posent des questions liées à l'eugénisme</p> <p>discuter des questions liées aux tests génétiques au sein des familles</p> <p>connaître l'existence des techniques de manipulation de l'ADN et discuter de leurs implications sociales, éthiques et juridiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • rechercher l'histoire des lois sur l'eugénisme et leur application dans des pays particuliers • se coordonner avec les professeurs d'éthique / religion et d'histoire pour discuter de l'histoire de l'eugénisme et des problèmes relatifs à celui-ci • effectuer des recherches et discuter de CRISPR-Cas9 • effectuer des recherches et discuter de traitements potentiels et réels de maladies génétiques, de l'intervention sur la reproduction humaine, de la réécriture du génome humain, des techniques de manipulation génétique en agriculture

5. Evaluation

Les évaluations doivent être conçues autour des **compétences-clés pour les écoles européennes** (voir section 1), les **descripteurs de niveau atteint** pour la biologie (voir section 3.1 et 5.1) et les **concepts transversaux** partagés par toutes les sciences et les mathématiques (voir section 3.2). Les professeurs doivent incorporer l'évaluation de tous ces éléments dans chaque année d'enseignement. De la même manière, l'affectation des notes de semestre doit être établie selon ces descripteurs.

Les élèves doivent être évalués de nombreuses façons différentes tout au long de l'année, afin de dessiner un tableau d'évaluation complet des compétences atteintes par chaque élève, ses points forts et ses domaines de progression. Il faut employer les deux types d'évaluation formative et sommative, du test le plus simple et le plus rapide (exemple : questionnaires courts, évaluation orale du professeur pendant l'activité, brève présentation du travail en cours par les élèves) au test plus complexe en temps limité (exemple : rapports d'expérimentation, tests demandant une application des notions apprises dans des situations nouvelles, présentation de projets réalisés en groupe). **Le travail pratique doit représenter une grande partie du cours.**

En S4-5, les notes A et B sont attribuées et comptent chacune pour moitié dans la note finale. La note A rassemble les deux types d'évaluation formative et sommative réalisées tout au long du semestre. Les examens ne doivent pas se limiter à l'évaluation des connaissances et leur compréhension, mais également à celle de l'application de ces dernières, de l'analyse, et de la communication écrite, en harmonie avec les critères de réussite (voir section 5.1). En S5, il faut intégrer l'excursion à l'examen semestriel correspondant.

Les évaluations tout au long de l'année comportent des tâches requérant de la part des élèves de :

- **concevoir et entreprendre leurs propres investigations**
- **écrire un rapport d'expérimentation incluant résumé/méthodes/résultats/conclusions**
- **utiliser des techniques mathématiques**
- **créer et utiliser des modèles de phénomènes et/ou systèmes**
- **écrire de manière structurée**
- **mettre en pratique les compétences d'écriture numérique**
- **intégrer les aspects historique, social, civique, culturel et/ou éthique de la science**
- **présenter leur travail à leurs camarades, parents ou un autre public**
- **mettre en pratique leurs compétences et connaissances dans des exercices structurés (fiche technique, ensemble de problèmes)**
- **démontrer leur maîtrise de la matière, y-compris dans l'aptitude à appliquer ses contenus et notions à de nouvelles situations**
- **démontrer leur maîtrise des compétences pratiques expérimentales (préparation d'une lame microscopique et l'observer, dissection, dessin d'observation)**
- **travailler en équipe**
- **effectuer une autoévaluation ou celle de ses pairs**
- **débattre et discuter en classe**

Les professeurs devront prévoir une planification annuelle permettant un équilibre des différentes évaluations et s'assurer que toutes les compétences sont évaluées chaque année du cycle.

5.1. Descripteurs de niveaux atteints – Biologie S4-S5

Globalement, les élèves doivent prendre conscience de l'environnement dont ils font parties et apprendre à agir en citoyens responsables.

	Excellent A (9.0-10)	Très bon B (8.0-8.9)	Bon C (7.0-7.9)	Satisfaisant D (6.0-6.9)	Suffisant E (5.0-5.9)	Insuffisant/Échec F (3.0-4.9)	Très insuffisant/ Échec Fx (0-2.9)
Connaissances	Démontre une connaissance exhaustive des faits...	Démontre une connaissance complète des faits...	Démontre une connaissance générale des faits...	Possède un niveau de connaissance des faits et définitions assez satisfaisant...	Est capable de se rappeler des noms, des faits et des définitions ...	Démontre une faible aptitude à se souvenir des faits. ...	Démontre une très faible aptitude à se souvenir des faits. ...
Compréhension	... et une maîtrise approfondie ainsi qu'une utilisation correcte des concepts et principes scientifiques.	... et une bonne maîtrise et utilisation des concepts et principes scientifiques.	... et une bonne compréhension des principaux concepts et principes scientifiques.	...et une compréhension des concepts et principes scientifiques simples.	...mais ne comprend que les concepts et principes scientifiques simples.	...et une compréhension limitée des concepts et principes scientifiques.	...et une très faible compréhension des concepts et principes scientifiques.
Application	Relie les différentes parties du programme, met en application les concepts afin de résoudre une grande variété de problèmes non préparés et propose des hypothèses appropriées.	Relie certaines parties du programme et met en application les concepts et principes lors de problèmes non préparés.	Est capable d'utiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes non préparés.	Est capable d'utiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes déjà rencontrés.	Peut utiliser des connaissances simples dans des problèmes déjà rencontrés.	Est incapable d'appliquer correctement des connaissances simples pour résoudre des problèmes.	Est totalement incapable d'appliquer des connaissances même simples pour résoudre des problèmes.
Analyse	Est capable d'effectuer une analyse détaillée et critique, et de formuler des explications sur des données complexes.	Analyse et explique des données compliquées de manière correcte.	Analyse et explique des données simples.	Analyse et explique de manière rudimentaire des données simples.	Démontre certaines capacités à utiliser les données.	Incapable d'utiliser des données sans une aide significative.	Ne sait pas utiliser les données de manière adéquate.
Travail expérimental	Formule des hypothèses, conçoit et mène des investigations en utilisant une grande variété de techniques tout en étant attentif aux règles de sécurité et à l'éthique.	Conçoit et mène des expériences en utilisant les techniques appropriées tout en étant attentif aux règles de sécurité.	Suit un protocole écrit en respectant les règles de sécurité, réalise et rapporte des observations en utilisant plusieurs techniques.	Suit un protocole écrit sans difficulté, suit les règles de sécurité et rapporte des observations.	Sait suivre un protocole écrit sans difficulté et rapporte des observations simples.	A des difficultés pour respecter des consignes sans supervision.	Ne peut pas suivre un protocole écrit.

<p>Compétences numériques et d'information</p>	<p>Est capable de trouver systématiquement et de manière autonome des informations et d'en évaluer la fiabilité sur des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne.</p> <p>Sait utiliser de manière autonome des logiciels appropriés pour réaliser des tâches scientifiques de manière autonome.</p>	<p>Est capable de trouver couramment et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques, et d'en évaluer la fiabilité en ligne et hors ligne.</p> <p>Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, avec une certaine assistance.</p>	<p>Est capable de trouver assez souvent et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques et d'en évaluer la fiabilité, en ligne et hors ligne.</p> <p>Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, avec assistance.</p>	<p>Avec de l'aide, peut trouver et évaluer la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne.</p> <p>Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, mais avec une assistance soutenue.</p>	<p>Peut récupérer des informations sur des sujets scientifiques lorsqu'il (elle) est dirigé(e) vers des sources fiables en ligne et hors-ligne.</p> <p>Sait suivre des instructions strictes afin d'utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques.</p>	<p>Généralement inapte à trouver ou vérifier la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques en ligne et hors ligne.</p> <p>Eprouve de grandes difficultés à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec assistance.</p>	<p>Inapte à trouver ou vérifier la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques en ligne et hors ligne.</p> <p>Inapte à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec assistance.</p>
<p>Communication (orale et écrite)</p>	<p>Communique de manière logique et concise en utilisant la terminologie adéquate. Excelle dans la présentation de ses travaux.</p>	<p>Communique de manière claire en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente très bien ses travaux.</p>	<p>Communique clairement la plupart du temps, en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente bien ses travaux.</p>	<p>Utilise un vocabulaire scientifique de base et la rédaction a une structure assez satisfaisante. Présente ses travaux de manière satisfaisante.</p>	<p>Utilise un vocabulaire scientifique simple et la rédaction peut manquer de structure. Présente ses travaux de manière acceptable.</p>	<p>Rédige de manière globalement insuffisante ou incomplète en utilisant un vocabulaire scientifique pauvre. Présente ses travaux de manière insuffisante.</p>	<p>Ne sait pas communiquer des informations à l'écrit ni à l'oral.</p>
<p>Travail en groupe</p>	<p>Travaille de manière constructive en tant que membre du groupe, prend des initiatives – a un rôle de meneur.</p>	<p>Travaille de manière constructive au sein du groupe, possède un bon esprit d'équipe.</p>	<p>Travaille correctement en équipe, possède un bon esprit d'équipe.</p>	<p>Participe de manière satisfaisante au travail d'équipe.</p>	<p>Peut travailler en équipe.</p>	<p>Nécessite une assistance lors du travail en équipe.</p>	<p>Incapable de travailler en équipe.</p>

SYNOPSIS

Grade A - 9.0-10.0 - Excellent

Démontre une connaissance exhaustive des faits, une maîtrise approfondie et une utilisation correcte des concepts et principes scientifiques. Est capable de relier les différentes parties du programme et de mettre en application les concepts afin de résoudre une grande variété de problèmes non préparés ainsi que de proposer des hypothèses appropriées. Est capable d'analyser des données complexes de façon détaillée et critique afin de les expliquer. Sait systématiquement et de manière autonome trouver des informations sur des sujets scientifiques et évaluer leur fiabilité en ligne et hors-ligne. Sait formuler des hypothèses, concevoir et mener des expériences en utilisant une grande variété de techniques tout en étant attentif aux règles de sécurité et à l'éthique. Sait utiliser de manière autonome des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques. Communique de manière logique et concise en utilisant la terminologie adéquate. Excelle dans la présentation de ses travaux. Travaille de manière constructive en tant que membre d'équipe, prend des initiatives – a un rôle de meneur.

Grade B - 8.0-8.9 - Très bon

Démontre une connaissance complète des faits avec une bonne maîtrise et utilisation des concepts et principes scientifiques. Est capable de relier certaines parties du programme et de mettre en application les concepts et principes lors de problèmes non préparés. Est capable d'analyser et d'expliquer des données compliquées de manière correcte. Conçoit et mène des expériences en utilisant les techniques appropriées tout en étant attentif aux règles de sécurité. Est capable de trouver couramment et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques, et d'en évaluer la fiabilité en ligne et hors ligne. Utilise des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques avec une certaine assistance. Communique de manière claire en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Est très bon lors de la présentation de ses travaux. A un esprit d'équipe constructif.

Grade C - 7.0-7.9 - Bon

Démontre une connaissance générale des faits avec une certaine compréhension des principaux concepts et principes scientifiques. Est capable d'utiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes non préparés. Produit une bonne analyse et explication de données simples. Est capable de suivre un protocole écrit en étant attentif aux règles de sécurité, et peut rapporter des observations grâce à l'utilisation de plusieurs techniques. Est capable de trouver assez souvent et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques et d'en évaluer la fiabilité, en ligne et hors ligne. Utilise des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques avec assistance. Communique clairement la plupart du temps en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente bien ses travaux. Est capable de construire, de décrire et d'analyser des graphiques simples. A un bon esprit d'équipe.

Grade D - 6.0-6.9 - Satisfaisant

Possède un niveau de connaissance des faits et définitions assez satisfaisant et comprend les concepts et principes scientifiques simples. Est capable d'utiliser ses connaissances lors de problèmes déjà rencontrés. Est capable d'analyser et d'expliquer de manière rudimentaire des données simples. Est capable de suivre un protocole écrit en étant attentif aux règles de sécurité sans difficulté et de rapporter des observations. Peut trouver et vérifier la fiabilité de données scientifiques avec de l'aide, en ligne et hors-ligne. Peut utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques mais avec une assistance précise et structurée. Utilise un vocabulaire scientifique de base et la rédaction a une structure assez satisfaisante. A des capacités satisfaisantes de présentation de ses travaux. Participe de manière satisfaisante au travail d'équipe.

Grade E - 5.0-5.9 - Suffisant

Est capable de se rappeler des noms, des faits et des définitions mais a une compréhension limitée des concepts et principes scientifiques simples. Est capable de résoudre des problèmes habituels en utilisant des connaissances basiques. Démontre certaines capacités à analyser et expliquer des données simples. Sait suivre un protocole écrit sans difficulté et faire des observations simples en respectant les règles de sécurité. Peut récupérer des informations sur des sujets scientifiques lorsqu'il (elle) est dirigé(e) vers des sources fiables en ligne et hors-ligne. Utilise un vocabulaire scientifique de base bien que la rédaction puisse manquer de structure ou de clarté. A des capacités acceptables de présentation de ses travaux, est capable de représenter et décrire des graphiques simples et peut travailler en équipe.

Grade F - 4.0-4.9 – Insuffisant/Échec

Démontre une faible aptitude à se souvenir des faits et a une compréhension limitée des concepts et principes scientifiques. Est incapable d'utiliser des connaissances simples pour résoudre des problèmes. Incapable d'utiliser des données sans une aide considérable. A des difficultés pour respecter des consignes sans supervision. Est généralement incapable de trouver, et de vérifier la fiabilité d'informations scientifiques en ligne et hors-ligne. Présente de grandes difficultés à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec une assistance soutenue. Présente des difficultés à représenter et décrire un graphique simple. Rédaction insuffisante ou incomplète avec utilisation d'un vocabulaire scientifique pauvre. Présentation insuffisante de ses travaux. A besoin d'assistance lors d'un travail d'équipe.

Grade FX - 0-3.9 – Très insuffisant/Échec

Très faible aptitude à se souvenir des faits. Montre une très faible compréhension des principes et concepts. Est totalement incapable d'utiliser des connaissances pour résoudre des problèmes. Ne sait pas utiliser les données de manière adéquate. Ne peut pas suivre un protocole écrit en respectant les règles de sécurité. Est incapable de trouver, et de vérifier la fiabilité d'informations scientifiques en ligne et hors-ligne. Est incapable d'utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec une assistance soutenue. Ne sait pas communiquer des informations scientifiques à l'écrit ou oralement. Présente des difficultés pour représenter et décrire un simple graphique même avec assistance. Incapable de travailler en équipe

6. Annexe 1 – Opérateurs utilisés pour la définition des objectifs d'apprentissage en 4.2, par descripteur de niveau

Knowledge	Fachkenntnisse	Connaissances
<i>draw and label (e.g., a schema or diagram)</i>	<i>skizzieren/zeichnen und beschriften</i>	<i>dessiner et légènder</i>
<i>give overview</i>	<i>einen Überblick geben</i>	<i>présenter une vue globale</i>
<i>identify</i>	<i>identifizieren</i>	<i>identifier</i>
<i>know</i>	<i>wissen</i>	<i>savoir/connaître</i>
<i>name</i>	<i>nennen</i>	<i>nommer</i>
Comprehension	Verständnis	Compréhension
<i>describe</i>	<i>beschreiben</i>	<i>décrire</i>
<i>distinguish</i>	<i>unterscheiden/abgrenzen</i>	<i>distinguer</i>
<i>explain</i>	<i>erklären</i>	<i>présenter/expliciter/préciser</i>
<i>recognise</i>	<i>verstehen</i>	<i>comprendre/constater</i>
Application	Anwendung	Application
<i>construct</i>	<i>entwerfen</i>	<i>concevoir (modèle)</i>
<i>discuss</i>	<i>diskutieren/erörtern</i>	<i>argumenter/discuter</i>
<i>relate</i>	<i>verknüpfen</i>	<i>relier/mettre en relation</i>
<i>use</i>	<i>anwenden</i>	<i>utiliser, exploiter</i>
Analysis	Bewertung	Analyse
<i>analyse</i>	<i>analysieren/untersuchen/auswerten</i>	<i>étudier/interpréter</i>
<i>compare</i>	<i>vergleichen</i>	<i>comparer</i>
<i>compare/contrast</i>	<i>Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln</i>	<i>comparer</i>
<i>construct (a model)</i>	<i>ein Modell entwerfen</i>	<i>concevoir un modèle</i>
<i>deduce</i>	<i>ableiten</i>	<i>déduire</i>
<i>derive</i>	<i>eine Gleichung ableiten/aufstellen</i>	<i>dériver</i>
<i>discuss</i>	<i>diskutieren/erörtern</i>	<i>argumenter/discuter</i>
<i>model</i>	<i>entwickeln</i>	<i>modéliser</i>
<i>organise</i>	<i>zusammenhängend darstellen</i>	<i>hiérarchiser/construire</i>
<i>predict</i>	<i>vorhersagen</i>	<i>prévoir/anticiper</i>
<i>relate</i>	<i>verknüpfen</i>	<i>relier/mettre en relation</i>
<i>represent</i>	<i>darstellen</i>	<i>représenter</i>
Experimental Work	Experimentelle Arbeit	Travail expérimental
<i>demonstrate</i>	<i>zeigen</i>	<i>démontrer</i>
<i>draw (from observation)</i>	<i>zeichnen</i>	<i>dessiner/esquisser</i>
<i>experiment</i>	<i>Experimente durchführen</i>	<i>expérimenter, effectuer</i>
<i>explore</i>	<i>erkunden/untersuchen</i>	<i>explorer</i>
<i>extract</i>	<i>extrahieren</i>	<i>extraire, prélever</i>
<i>graph</i>	<i>graphisch darstellen</i>	<i>représenter graphiquement</i>
<i>model</i>	<i>modellieren/entwickeln</i>	<i>modéliser</i>
<i>observe</i>	<i>beobachten</i>	<i>observer/constater</i>
<i>predict</i>	<i>vorhersagen</i>	<i>prévoir</i>
<i>prepare</i>	<i>entwickeln/herstellen</i>	<i>préparer</i>
<i>propose (a hypothesis)</i>	<i>eine Hypothese aufstellen</i>	<i>formuler une hypothèse</i>
Digital and Information Competences	ICT und Medienkompetenz	Compétences numériques et d'information
<i>analyse</i>	<i>analysieren/auswerten/untersuchen</i>	<i>analyser</i>
<i>graph</i>	<i>graphisch darstellen</i>	<i>représenter graphiquement</i>
<i>model</i>	<i>entwickeln</i>	<i>modéliser</i>
<i>research</i>	<i>untersuchen</i>	<i>rechercher</i>
Communication (oral and written)	Kommunikation (mündlich und schriftlich)	Communication (orale et écrite)
<i>discuss</i>	<i>diskutieren</i>	<i>discuter/argumenter</i>
<i>pose questions</i>	<i>Fragen stellen/hinterfragen</i>	<i>poser des questions</i>
Teamwork	Teamarbeit	Travail en groupe
<i>discuss</i>	<i>diskutieren</i>	<i>échanger</i>