



Schola Europaea / Bureau du secrétaire général

Unité de développement pédagogique

Ref.: 2020-12-D-27-fr-3

Orig.: EN



Programme de Biologie 4p Syllabus – S6-S7

Approuvé par le Comité pédagogique mixte lors de sa réunion en ligne des 11 et 12 février 2021

Entrée en vigueur 1^{er} septembre 2021 pour S6
 1^{er} septembre 2022 pour S7

1^{ère} session du Baccalauréat en Juin 2023

Table des matières

Objectifs généraux.....	3
Principes didactiques.....	3
3. Objectifs d'apprentissage	4
3.1 Compétences	5
3.2 Concepts transversaux	5
4. Contenu	7
4.1 Thématiques	7
4.2 Tableaux	8
5. Evaluation	26
5.1 Descripteurs de niveaux atteints – Biologie S6-S7	28
6. Annexe 1 – Opérateurs utilisés dans les objectifs d'apprentissage en section 4.2, classés par descripteurs de niveau atteint.	32
Annex 2 – Exemple d'un examen écrit du baccalauréat, matrice, grille de correction.....	33
Annex 3 – Épreuve orale – Fiche d'évaluation	50

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, compétences 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.

Principes didactiques

Le cours de biologie 4 périodes est destiné aux élèves intéressés par l'étude des sciences à un niveau plus avancé, soit du fait d'un attrait personnel, soit dans un objectif de préparation pour les études universitaires de biologie, de médecine ou d'autres disciplines scientifiques. Les élèves choisissant cette option devront avoir réussi dans le cours obligatoire de biologie de S5 et être préparés à se confronter à un degré plus élevé de complexité des contenus et des approches, y compris pour les compétences mathématiques. Les élèves ont également la possibilité de choisir le cours complémentaire de laboratoire de biologie 2 périodes, pour une biologie encore plus avancée.

Le cours s'appuie sur les bases de sciences intégrées en S3, sur l'excursion de S5, et sur la biologie cellulaire, la physiologie, l'évolution ainsi que sur la génétique moléculaire et mendélienne du cours de biologie S4-S5. Le programme est dessiné dans un mode spiralaire et organisé selon quatre échelles d'analyse, une échelle temporelle et trois autres spatiales, qui sont explorées en S6, puis approfondies et étendues en S7. La première échelle est celle des cellules comprenant la biochimie et le métabolisme cellulaire. La seconde est l'échelle des êtres humains qui propose l'étude de la coordination et du contrôle chez les vertébrés via le système nerveux en S6 et le système de défense contre les menaces intrinsèques et extrinsèques en S7. La troisième est l'échelle temporelle, qui développe les concepts d'hérédité et d'évolution. La quatrième et dernière échelle est celle de la planète dans son ensemble, comprenant l'écologie.

Les contenus couverts par les parties 6.1, 6.3 et 6.4, indiqués comme « revoir » ou « réviser » dans les parties 7.1, 7.3 et 7.4, sont essentiels pour aborder les contenus de S7 et peuvent être introduits dans les évaluations, y-compris celles du pré-baccalauréat et du baccalauréat (écrit et oral).

L'utilisation du livret de biologie (*Reference Booklet for Biology S6-S7 - 4 Periods*) est autorisée pour toutes les évaluations en S6-S7, y compris tous les examens.

Les élèves devront acquérir les compétences et concepts transversaux énumérés dans les sections 3.1 et 3.2 de ce présent programme, principalement en accomplissant des activités d'investigation : observer, mesurer, dessiner, concevoir et expérimenter, rechercher des explications, discuter avec ses pairs et le professeur, créer des abstractions, des modèles, formuler les hypothèses et théories, concevoir des comptes-rendus de laboratoire, des présentations et d'autres formes de productions. Sous la direction active de leur professeur, les élèves doivent effectuer eux-mêmes ces activités. Les professeurs du cours de 4 périodes et du cours de laboratoire de 2 périodes, devront se coordonner du point de vue de leur planning, afin d'optimiser l'exposition des élèves aux activités pratiques les plus appropriées.

Cette approche de l'enseignement des sciences et des mathématiques se réfère à l'apprentissage basé sur l'investigation (IBL - ***inquiry-based learning***). Une vue globale de l'IBL peut être trouvée dans le guide *PRIMAS* pour l'apprentissage par l'investigation des mathématiques et des sciences en classe¹. Le modèle de plan « 5E » est une piste très utile et pratique pour concevoir des cours basés sur l'investigation².

L'étude de la biologie est centrale pour les élèves, afin de développer une connaissance et une compréhension d'eux-mêmes en tant qu'êtres vivants dans le monde. Les professeurs devront à cet effet, faire des liens appropriés pendant le cours avec les domaines de la santé au niveau individuel, social et global concernant les êtres humains. De la même manière ils devront relier le cours à des problématiques relevant des domaines de la biodiversité, de la conservation, du développement durable et du changement climatique. Les professeurs sont invités à coordonner des projets pertinents, des clubs, saisissant des opportunités pour se mettre en relation et coopérer avec des organisations externes. Les professeurs devraient tirer parti des possibilités offertes par le *European Schools Science Symposium*, tout au long des programmes des années S1-7.

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.

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>

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.

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.

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").

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

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.

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

Nota bene : Aucune indication n'est présente concernant l'allocation d'une durée pour l'étude d'un thème de ce programme, le cours doit être planifié selon l'expertise du professeur. Cependant, si une ligne directrice devait être proposée, il serait envisageable d'attribuer en S6 approximativement 30% du temps pour chaque thème 6.1 et 6.3, et 20% du temps à chacun des thèmes 6.2 et 6.4. En S7 il serait envisageable que chaque thème reçoive un temps de traitement équivalent.

4.1 Thématiques

S6 : 6.1. Echelle cellulaire – *Les cellules en tant qu'unités structurales et fonctionnelles fondamentales des organismes. Les éléments fondamentaux de biochimie. Etude approfondie de trois aspects cruciaux de la vie à l'échelle des membranes, des enzymes et du rôle central de l'ATP dans les transferts d'énergie.*

6.2. Echelle de l'être humain – *Comment le système nerveux coordonne et contrôle les actions et interactions chez les vertébrés, dont les humains. L'encéphale en tant que localisation de l'apprentissage, de la mémoire et de la conscience.*

6.3. Echelle temporelle – *Considération de phénomènes biologiques à travers deux échelles temporelles :*

- *L'échelle de l'individu pour la reproduction et l'hérédité, la génétique Mendélienne, l'échelle chromosomique et moléculaire.*
- *L'échelle de l'évolution comprenant une compréhension approfondie de l'action de la sélection naturelle et la construction de phylogénies évolutives.*

6.4. L'échelle planétaire – *Une introduction à la théorie écologique, sa mise en application et sa modélisation. Les bases de l'écologie des populations. Répercussions des effets humains aux échelles locales à globales, et les possibles solutions aux problèmes d'origine anthropique.*

S7 : 7.1. Echelle cellulaire – *Reprise des bases de la biologie cellulaire de 6.1 pour donner une vue globale de voies métaboliques fondamentales communes à toutes les cellules : la synthèse d'ATP et la synthèse protéique.*

7.2. Echelle de l'être humain – *Comment les vertébrés, dont les humains maintiennent leur intégrité en protégeant le soi contre les menaces intrinsèques et extrinsèques. Les maladies en tant que phénomènes impliquant des populations, les solutions possibles relevant de l'ingéniosité et de la coopération humaine de ce point de vue.*

7.3. Echelle temporelle – *Reprise et renforcement des notions d'hérédité et d'évolution de 6.3 :*

- *Reconnaître que, bien que l'ADN contienne l'information déterminant le développement de l'organisme, le développement et l'histoire de la vie de l'individu sont façonnés par des facteurs épigénétiques.*
- *Ajout d'une perspective de modélisation mathématique pour une compréhension de l'évolution basée sur l'étude des populations.*

7.4. L'échelle planétaire – *En se basant sur les fondements de l'écologie à l'échelle des populations acquise en 6.4, les élèves ajoutent la perspective des analyses des écosystèmes, modélisant les flux de matière et d'énergie et appliquant les problématiques humaines (exemples : changement climatique d'origine anthropique, pollution, agriculture soutenable et durable).*

4.2 Tableaux

Toutes les parties du programme, encadrées dans ces tableaux, sont conçues pour placer les élèves au centre de l'action, comme le souligne les entêtes des colonnes.

Thème	Contenu <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>
Le programme propose une organisation autour d'une série de thèmes. Le contenu et les approches de S7 sont basées sur les acquis établis en S6.	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.	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. 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. A noter que « savoir » et « connaître » sont utilisés pour désigner un contenu qui doit être appris par instruction directe. Les objectifs d'apprentissage désignés par un autre opérateur que « savoir » ou « connaître » doivent faire l'objet d'une démarche d'apprentissage par l'investigation (IBL) dans la plus large mesure possible. <u>L'objectif de ces objectifs d'apprentissage, et donc du programme de Biologie 4 périodes plus généralement, n'est pas de faire apprendre par cœur tout le contenu aux élèves, mais bel et bien de leur faire maîtriser les compétences des thèmes étudiés (section 3.1) et d'intégrer les concepts transversaux (section 3.2), afin de les rendre aptes à la recherche, l'analyse et la synthèse de données complexes de manière autonome.</u> (voir également le section 5, "Evaluation").	"Activités /les élèves auront la possibilité de" -I iste d'activités que l'enseignant peut utiliser en classe pour atteindre les objectifs d'apprentissage. <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. Cependant, les enseignants doivent toujours placer l'activité de l'élève au centre des sciences intégrées. L'enseignement devrait se faire par le biais d'apprentissages basées sur l'investigation dans la mesure du possible.

Thème	Contenu de 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>
6.1. Echelle cellulaire <i>Les cellules en tant qu'unités structurales et fonctionnelles fondamentales des organismes. Les éléments fondamentaux de biochimie. Etude approfondie de trois aspects cruciaux de la vie à l'échelle cellulaire : les membranes, les enzymes, et le rôle central de l'ATP dans les transferts d'énergie.</i>	6.1.1. Structure cellulaire ...observation de cellules au laboratoire et sur des micrographies. ...structures fondamentales des cellules eucaryotes ...tailles relatives au niveau cellulaire ...structures internes des mitochondries et des chloroplastes	décrire, comparer et contraster les structures cellulaires visibles en microscope optique et en microscopie électronique (pas de détails des MET et MEB) (cf 4.2.2) identifier et légènder les structures d'une cellule eucaryote sur un schéma, une micrographie (membrane plasmique, paroi cellulaire, vacuole, noyau, chromatine, chromosomes, réticulum endoplasmique, ribosomes, appareil de Golgi, mitochondrie, chloroplaste ou autres plastes selon les choix) identifier les constituants cellulaires et les organites des cellules bactériennes et eucaryotes, et les structures des virus, du point de vue des tailles relatives légènder un schéma de mitochondrie (membranes interne et externe, crêtes, ADN, ribosomes, matrice) légènder un schéma de chloroplaste (double membrane, stroma, thylacoïdes, grana, ADN, ribosomes)	• observation d'une variété de types cellulaires en utilisant les techniques de la microscopie optique incluant les colorations • Etude de micrographies de cellules, organites et autres structures en MET et MEB • visites de laboratoires de recherche disposant de matériel d'observation microscopique de pointe.
	6.1.2. Les bases de la biochimie ...les éléments constitutifs et les structures chimiques des principales macromolécules. ...les localisations et les rôles des différentes macromolécules au sein des cellules. ...structure et fonction des protéines	connaître les principaux constituants des glucides, lipides, protides et acides nucléiques. (C, H, O, N, P, S) reconnaître les groupes fonctionnels communs (carboxyles, hydroxyles, carbonyles, amines, et phosphates) ainsi que les liaisons que ceux-ci forment au sein des molécules organiques (liaisons peptidique, glycosidique, ester, et phosphodiester) reconnaître la structure et composition des nucléotides (ARN, ADN, et ATP) identifier une simple molécule organique monomérique à partir de ses groupes fonctionnels et liaisons caractéristiques relier la structure de macromolécules organiques complexes (protéines, amidon, cellulose, phospholipides, triglycérides, ADN, ARN) à leur simples molécules constitutives Construire les modèles des types de macromolécules étudiées	

		savoir où on peut trouver ces molécules dans les cellules et donner une vue globale de leurs rôles reconnaître la structure primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire des protéines relier les fonctions des protéines à leur structure	
	6.1.3. Membranes ...le modèle de la mosaïque fluide ...propriétés des membranes ...structures compartimentées au sein des cellules (organites)	construire un modèle de la structure et composition de la membrane plasmique: bicouche de phospholipides de type mosaïque fluide (incluant cholestérol, protéines, extrinsèques et intrinsèques, radicaux glucidiques externes) dessiner and légènder un schéma de la membrane plasmique and distinguer les faces cytosolique et extracellulaire déduire l'imperméabilité de la bicouche phospholipidique à l'eau et aux solutés, à partir de ses propriétés chimiques analyser les propriétés des protéines membranaires (extrinsèques and intrinsèques) définir les organites en tant que structures internes des cellules eucaryotes délimitées par une membrane et analyser les fonctions des membranes internes	• électrophorèses de protéines membranaires (après digestion enzymatique) pour mettre en évidence les protéines intrinsèques et extrinsèques • étude de l'expérience de Frye et Edidin démontrant la fluidité membranaire • observation d'électronographies de micelles et de membranes • observation du glycocalyx en ME de cellules endothéliales • description/animation d'une diapédèse d'un leucocyte
	6.1.4. Enzymes ...le rôle central des protéines catalytiques ...spécificité enzymatique ...le modèle de l'ajustement induit de l'action enzymatique ...dénaturation et ses causes ...inhibition enzymatique ...régulation	savoir que les enzymes sont des protéines catalytiques qui peuvent rompre des liaisons, former des liaisons et réarranger des molécules expliquer l'importance de catalyseurs biologiques dans le métabolisme cellulaire relier les fonctions des enzymes à leurs formes moléculaires et déduire le principe de spécificité des enzymes modéliser une réaction enzymatique à l'échelle moléculaire (modèle de l'ajustement induit) déduire les effets des changements de pH et température sur l'activité enzymatique et relier le phénomène à la dénaturation des protéines (cf. 6.1.2) expliquer l'inhibition enzymatique (compétitive/non-compétitive, réversible/irréversible)	• investigation au laboratoire sur la catalyse enzymatique dans des conditions biologiques • investigation au laboratoire sur la catalyse enzymatique en conditions variables (exemple pH , température) • utilisation des logiciels de simulation et modélisation • graphiques de cinétique de la catalyse enzymatique en conditions variables en fonction du temps • utilisation des logiciels de simulation pour modéliser la probabilité de rencontre enzyme/substrat en conditions variables. • analyse de données provenant d'expériences de catalyse enzymatique de deux enzymes différentes pour le même substrat

	enzymatique ...voies métaboliques	expliquer les co-enzymes et la régulation allostérique et mettre en relation avec le modèle de l'ajustement induit de l'action des enzymes donner une vue globale des implications des enzymes dans les activités cellulaires majeures (biosynthèses, travail mécanique, transport) interpréter les représentations des voies métaboliques	- manipulation de modèles moléculaires (e.g., hydrolyse enzymatique, polymérisation du glucose en amidon, synthèse protéique) - logiciel de simulation de la catalyse enzymatique pour comprendre les étapes de la catalyse au cours du temps, les conséquences des variations des conditions physico-chimiques et l'importance de la concentration en substrat
	6.1.5. ATP ...l'intermédiaire fondamental de transfert d'énergie au sein des cellules ...couplage énergétique ...ATP en tant que coenzyme	connaître les réactions de la synthèse d'ATP (phosphorylation de ADP par P_i) et de l'hydrolyse de l'ATP (en ADP and P_i) interpréter des expériences dans lesquelles l'inhibition de la synthèse ou de l'hydrolyse de l'ATP ont lieu (l'une d'entre elles doit impliquer le maintien du potentiel de repos au sein des neurones, cf. 6.2.2) construire un modèle des fonctions et activités cellulaires en incorporant le rôle central de l'ATP déduire le concept de couplage énergétique analyser le couplage au niveau moléculaire (modification de conformation, état plus instable et potentiellement de plus haute énergie dû à la fixation d'un P_i relâché durant l'hydrolyse de l'ATP) savoir que l'ATP peut agir en tant que coenzyme	- expériences avec des inhibiteurs de la chaîne respiratoire et en conséquence de la synthèse d'une grande quantité d'ATP - exemple de <i>rigor mortis</i> - étude de la polymérisation du glucose : action de la glucokinase, en présence de phosphate seul ou d'ATP - rôle des nucléotides triphosphates dans la réplication de l'ADN - rôle de l'ATP dans les réactions de polymérisation en général et donc dans les réactions de biosynthèse
7.1. Echelle cellulaire Reprise et renforcement des bases de la biologie cellulaire de 6.1 pour donner une vue globale des deux voies métaboliques fondamentales communes à toutes	7.1.1. synthèse d'ATP L'enseignant choisira de traiter en détail soit la phase photochimique de la photosynthèse, soit la chaîne de transport d'électrons dans la respiration mitochondriale. L'autre possibilité	<i>L'objectif de cette section est de donner aux élèves une compréhension globale de la génération d'un intermédiaire énergétique chez les cellules eucaryotes. Il ne doit <u>pas</u> y avoir d'orientation vers la mémorisation par cœur. Les détails de la glycolyse, du cycle de Krebs, du cycle de Calvin et des protéines membranaires impliquées dans les transports d'électrons ne sont <u>pas</u> requis.</i> revoir les contenus de 6.1.1 et 6.1.5 déduire que reformer de l'ATP après son hydrolyse en ADP et P_i requiert de l'énergie	- discussions sur les types d'énergies disponibles dans l'environnement - expériences sur le métabolisme des levures/réaction Hill - expériences sur des simples réaction redox - observation d'électronographies de mitochondries/chloroplastes reliées à des schémas - étude/réalisation des expériences de Jagendorf/Uribe démontrant la théorie chimiosmotique de la synthèse d'ATP

<i>les cellules : la synthèse d'ATP et la synthèse protéique.</i>	<i>sera traitée brièvement en comparaison de celle choisie.</i> ...La nécessité de disposer d'une source d'énergie pour renouveler l'ATP ...le rôle des réactions redox ... le rôle des compartimentations membranaires pour la formation de gradients chimiques ...ATP synthase ...vue générale des voies de synthèse de l'ATP chez les eucaryotes	<i>Pour l'exemple choisi (réactions photochimiques de la photosynthèse ou chaînes de transport d'électrons de la respiration) :</i> identifier une source d'énergie disponible et nécessaire pour accomplir le couplage énergétique identifier la source d'énergie de l'exemple étudié déduire la nécessité d'une transformation de cette énergie ou bien de son transfert (selon le cas) distinguer les états oxydés et réduits des molécules et déduire la nécessité des réactions redox dans les chaînes de transport des électrons pour générer le gradient de protons reconnaître NADH₂/NADPH₂ en tant que nucléotide transporteur d'électrons et de protons, et mettre en relation sa structure avec celles de l'ADN, l'ARN, et l'ATP (cf. 6.1.2) connaître la définition d'un gradient et la relier au potentiel nécessaire pour effectuer un travail chimique identifier la compartimentation dans la mitochondrie (espace intermembranaire /matrice) ou dans le chloroplaste (lumen des thylacoïdes /stroma) comme une clé de la formation du gradient relier l'énergie générée par la force protomotrice au changement de conformation moléculaire de l'ATP synthase, permettant la phosphorylation de l'ADP par un P_i (aucune étude de la photophosphorylation cyclique et acyclique) construire un modèle schématique du processus métabolique choisi, présentant ses principaux aspects comparer la synthèse d'ATP avec celle du processus non choisi (pas de détail requis)	• analyse d'expériences impliquant des vésicules équipées d'ATP synthase • modélisation moléculaire • analyse de données provenant d'expériences utilisant des inhibiteurs de la chaîne de transport des électrons • exercices de comparaison de deux processus des eucaryotes pour la synthèse d'ATP et/ou avec la chimiosynthèse • exercices avec des inhibiteurs spécifiques d'enzymes • étude des bactéries thermophiles pour démontrer la chimio-autotrophie
	7.1.2. Synthèse protéique ...transcription de l'ADN ... modifications post-transcriptionnelles	nommer et décrire le processus de transcription de l'ADN (initiation, élongation, terminaison, séquence promotrice, ARN polymérase seulement; coiffe et queue poly A non requis) distinguer les brins 3'-5' (transcrit) et 5'-3' (non-transcrit) comparer l'ARN pré-messager et l'ARNm pour déduire l'excision et l'existence d'exons et d'introns (pas de détails des spliceosomes requis)	• expériences de pulse-chase • analyse de données sur des mutations affectant les codons start ou stop et leurs conséquences à différentes échelles • exercices avec des séquences réelles ou fictives d'ADN • électrophorèses, vidéos • électrophorèses d'hybridation

	(épissage) ...traduction de l'ARN ...transformation et transport des protéines ...conséquences des mutations de l'ADN dans la synthèse des protéines et leur transformation ...universalité du code génétique	identifier les ribosomes en tant que site de la synthèse protéique nommer and expliquer les éléments et étapes de la traduction de l'ARN (codon start, initiation, élongation, terminaison, codon stop, ribosomes, ARNt) donner une vue globale de la synthèse protéique et de l'export de celles-ci (rôles du noyau cellulaire, des ribosomes, RE, appareil de Golgi, vésicules, cytosquelette) utiliser un code génétique sous forme de roue d'ARN pour déterminer une séquence protéique relier les conséquences des mutations d'un gène à l'ARNm, aux ribosomes et à l'ARNt, et ainsi aux conséquences sur la protéine au niveau moléculaire (cf. 6.3.1) interpréter les résultats d'une électrophorèse de protéine ou d'ADN pour identifier les mutations individuelles (cf. 6.3.1) analyser l'universalité du code génétique	d'ADN/ARN • comparaison du nombre de nucléotides de la séquence codante avec le nombre d'acides aminés de la protéine correspondante • électrographies de ribosomes avec l'ARNm • conséquences des mutations affectant les codons start ou stop • analyse des expériences de Nierenberg/Khorana et Holley • analyse de l'utilité de données sur l'ADN pour les enquêtes criminelles • comparaison de séquences d'ADN et des protéines correspondantes dans le cas d'une maladie génétique • expérience de transgénèse pour déduire l'universalité du code génétique • examen des exceptions à l'universalité du code génétique • étude de virus et des cycles viraux • exercices de synthèse sur l'épissage alternatif • étude de documents expérimentaux sur des opérons inductibles et répressibles
6.2. Echelle de l'être humain – <i>Comment le système nerveux coordonne et contrôle les actions et interactions chez les vertébrés, incluant les humains.</i> <i>L'encéphale en tant que localisation de l'apprentissage, de la mémoire et de la conscience.</i>	6.2.1. Le système nerveux ...système nerveux central et périphérique ... système nerveux sympathique et parasympathique ... régulation homéostatique via les systèmes nerveux sympathique et parasympathique	revoir la structure et les fonctions basiques du système nerveux des vertébrés (système nerveux central SNC, périphérique SNP ; cf. 4.4.2) savoir que le système nerveux autonome SNA se compose des systèmes sympathique, parasympathique et entérique et que celui-ci contrôle les fonctions vitales de base (pas de détails sur la structure nerveuse ou les ganglions paravertébraux) expliquer les actions antagonistes des systèmes sympathique et parasympathique dans un exemple de régulation homéostatique (aucun détail requis)	• analyse d'enregistrements de sons cardiaques • utilisation de stéthoscope et mesure de la pression artérielle à l'aide d'un sphygmomanomètre (peut être coordonné avec l'infirmière scolaire) • analyse d'un exemple de régulation par le SNA (ex : rythme cardiaque, rythme respiratoire, pression artérielle, diamètre de l'iris de l'œil, miction) • analyse du rythme cardiaque du patient après une transplantation cardiaque • régulation de la pression artérielle en ligne avec des stimuli virtuels

	6.2.2. Messages nerveux ...la structure du neurone, la circulation en sens unique du message nerveux et le principe du tout-ou-rien ...potentiel de repos et potentiel d'action ...neurotransmetteurs et synapses ...rôles complémentaires des neurotransmetteurs excitateurs et inhibiteurs ...la sommation fonctionnelle et le cône axonique	revoir les bases des messages nerveux (cf. 4.4.2 : nature binaire, loi du « tout ou rien » du message ; circulation unidirectionnelle, impliquant des neurones afférents et efférents) légender un schéma de neurone (dendrites, soma, noyau, cône axonique, axone, ramifications axoniques terminaison axonique, vésicules de neurotransmetteur) décrire comment un neurone maintient un potentiel de repos (cf. 6.1.5) décrire un potentiel d'action comme une brève dépolarisation, repolarisation et hyperpolarisation d'amplitude et de durée constantes, y compris les détails biochimiques des mécanismes de transport et des canaux voltage-dépendants (pas de détails sur la libération de neurotransmetteurs) déduire le rôle isolant de la gaine de myéline dessiner et légender une synapse (axone terminal, vésicules de neurotransmetteurs, fente synaptique, dendrite/soma, récepteurs de neurotransmetteurs) déduire que la quantité de neurotransmetteurs libérés dans la fente synaptique est proportionnelle à la fréquence des potentiels d'action dans l'axone (aucun détail sur la libération des neurotransmetteurs) savoir que les neurotransmetteurs peuvent être excitateurs ou inhibiteurs, qui rapprochent ou éloignent un neurone postsynaptique du seuil d'excitation déduire les rôles complémentaires des neurotransmetteurs excitateurs et inhibiteurs dans le SNC et le SNP connaître le rôle d'intégration du cône axonique dans le déclenchement d'un potentiel d'action (pas de détails sur la sommation spatiale ou temporelle)	• expériences de stimulation des neurones • observation de lames préparées et de micrographies de neurones • recherche d'un exemple de maladie attaquant le système nerveux (par exemple, la sclérose en plaques, la poliomyélite, la maladie de Tay-Sachs, la maladie d'Alzheimer) • expériences avec des inhibiteurs de la synthèse ou de l'hydrolyse de l'ATP • recherche de poisons neurotoxiques et de leur mode d'action (par exemple, curare, strychnine, batrachotoxine, tétrodontoxine, botox) • expériences de stimulation et d'inhibition d'un neurone, simple ou multiple, de façon virtuelle • simulation d'une stimulation électrique ou d'une micro-injection dans la fente synaptique, puis mesure sur le neurone post-synaptique • recherche sur l'élimination de l'acétylcholine et la noradrénaline (noradrénaline) de la fente synaptique
--	---	---	--

	6.2.3 Encéphale et esprit ... les fonctions et les structures basiques de l'encéphale ...localisation des fonctions et intégration dans l'encéphale ...apprentissage, mémorisation et conscience ...drogues psychoactives et addiction	décrire les principales fonctions de l'encéphale et du SNC chez l'animal (intégration des informations extéroceptives, proprioceptives et intéroceptives, cf. SCI 2.3 ; coordination des activités ; mémoire, raison et imagination) légender et identifier les principales fonctions des principales régions de l'encéphale des vertébrés (tronc cérébral : régulation des fonctions vitales basiques ; cervelet : mouvement ; diencephale : thalamus et hypothalamus en tant qu'intégrateurs homéostasiques des systèmes endocrinien et nerveux, cf. 4.4.1, 4.4.2 ; cortex : traitement sensoriel et moteur, apprentissage, mémoire ; langage et pensée consciente chez l'homme) savoir que l'encéphale est composé de neurones et d'une grande variété de cellules gliales (aucun détail sur les noms ou les fonctions requises), organisées en substance grise et en substance blanche savoir que l'encéphale est partiellement isolé du reste du corps par la barrière hémato-encéphalique (aucun détail anatomique ou physiologique) analyser des données pour en déduire la localisation des fonctions dans l'encéphale (pas de mémorisation des régions cérébrales) savoir que, si de nombreuses fonctions sont localisées dans l'encéphale, des connexions synaptiques peuvent également être établies sur de grandes distances entre des régions éloignées reconnaître que les sentiments et les émotions sont les sommations au niveau du SNC d'états physiques et mentaux savoir que de nouveaux neurones peuvent être générés tout au long de la vie savoir que les synapses dans l'encéphale sont continuellement établies et démantelées, pour ces dernières en partie du fait de la fréquence de leur utilisation déduire que l'apprentissage est le processus d'acquisition et d'encodage de nouvelles informations dans l'encéphale, dont le résultat est la mémoire déduire que la mémoire implique le codage (acquisition et consolidation), le stockage et la récupération discuter et utiliser des techniques pour améliorer les	• dissection de l'encéphale • analyse de données cliniques des lésions cérébrales, des scanners et des EEG pour en déduire la localisation des fonctions cérébrales (par exemple Wilder Penfield et l'homunculus cortical, cas de Phineas Gage) • lire des études de cas et des témoignages pour illustrer les expériences des patients en matière de perturbation cérébrale • étudier les images cérébrales produites par les techniques de TEP et d'IRMf qui mettent en évidence les régions actives du cortex • observation du diamètre de la pupille pendant la tâche « Add One » pour surveiller la charge cognitive • expériences avec la mémoire à court terme (par exemple, lettres/chiffres) et l'amélioration par « chunking » • recherche sur les troubles de la mémoire tels que la maladie d'Alzheimer et les amnésies • coordination avec le professeur de philosophie pour discuter des théories de l'épistémologie et de l'esprit • analyse de données sur le lien entre les niveaux d'endorphine et le seuil de douleur • recherche sur le mode d'action des drogues psychoactives (par exemple, alcool, nicotine, opiacés, cocaïne, cannabis, MDMA) • recherche et discussion sur l'histoire et la politique de la réglementation des drogues psychoactives • recherche sur le mode d'action des poisons nerveux (par exemple, la strychnine) • analyse de l'utilisation des inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine
--	--	--	---

		compétences cognitives et d'analyse, ainsi que la mémoire discuter des questions liées à la construction d'une théorie de la conscience déduire que les médicaments psychoactifs modifient la neurochimie en tant qu'agonistes, antagonistes, inhibiteurs ou stimulateurs de sécrétion construire un modèle basique de la dépendance à une drogue particulière, incluant à la fois les aspects neurochimiques/neuropharmacologiques et sociaux discuter des questions liées à la consommation et à l'abus de drogues psychoactives légales et illégales (cf. SCI 2.2.4, 2.2.5 ; 4.4.2)	dans le traitement de la dépression et des troubles anxieux.
7.2. Echelle de l'être humain – <i>Comment les vertébrés, dont les humains maintiennent leur intégrité en protégeant le soi contre les menaces intrinsèques et extrinsèques. Les maladies en tant que phénomènes impliquant des populations, les solutions possibles relevant de l'ingéniosité et de la coopération humaine de ce point de vue.</i>	7.2.1. Le système immunitaire des vertébrés ...la défense du soi comme élément primordial apparu tôt au cours de l'évolution ...la réponse immunitaire non spécifique ... la réponse immunitaire adaptative ... les réponses à médiation humorale et cellulaire ...le rôle du système immunitaire dans le contrôle du soi pluricellulaire ...cellules mémoire,	reconnaître que tous les organismes doivent posséder des mécanismes de défense évolués contre les agents pathogènes reconnaître que les organismes pluricellulaires doivent posséder des mécanismes de défense évolués contre les cellules malignes et leur prolifération cellulaire (cf. 4.6.1) décrire les principaux aspects and déduire les fonctions des principaux événements de la réponse immunitaire inflammatoire non spécifique (rougeur, chaleur, gonflement, douleurs, médiateurs chimiques) reconnaître que les phagocytes effectuent une réaction de défense primordiale apparue tôt au cours de l'évolution (aucun détail des types de phagocytes requis) savoir que la présentation d'antigènes entre leucocytes relie les réponses immunitaires non spécifique et adaptative (double reconnaissance, aucun détail des types de leucocytes présentateurs d'antigènes) distinguer les réponses immunitaires à médiation humorale et celle à médiation cellulaire et connaître les rôles basiques des lymphocytes B et des lymphocytes Tau sein de chacune (limité aux plasmocytes, lymphocytes T cytotoxiques, lymphocytes T auxiliaires, lymphocytes B- mémoire, et lymphocytes T-mémoire) savoir que certains lymphocytes T produisent des interleukines, médiateurs chimiques favorisant une réaction	• identifier les aspects de l'inflammation dans les blessures mineures présentes dans la population de la classe • centrifugation du sang • micrographies de cellules sanguines • expériences et/ou des vidéos de phagocytose • analyse de l'action des médicaments anti-inflammatoires • démonstration ou pratique de tests immunologiques (par exemple, double diffusion Ouchterlony, ELISA, hémagglutination) • électrographies du "baiser de la mort" des cellules T cytotoxiques • recherche sur les maladies auto-immunes (par exemple, la polyarthrite rhumatoïde, le diabète de type 1, la maladie cœliaque, la sclérose en plaques) • représentations graphiques de la réponse immunitaire, liée aux vaccins • représentation graphique de la réponse immunitaire au VIH et du développement du sida • potentiels de l'immunothérapie contre les cancers

	immunité sur le long terme et vaccination ...maladies auto-immunes	immunitaire adaptative globale. démontrer la présence d'anticorps dans le sérum dessiner et légender des schémas de complexes immuns anticorps-antigènes connaître le rôle des protéines CMH de classe 1 à la surface des cellules dans la reconnaissance du soi par les lymphocytes (aucun détail de la structure des protéines requis) décrire le rôle des lymphocytes T dans le contrôle des cellules malignes (exemple des cellules potentiellement cancéreuses, cf. 4.6) savoir que le système immunitaire adaptatif crée une mémoire immunitaire, conférant une protection à plus ou moins long terme contre les agents pathogènes connaître les rôles basiques, origines, et développement des lymphocytes B et T après sélection (pas de détails sur la différenciation, sélection négative/positive)) savoir que le système lymphatique stocke les lymphocytes B-mémoire et T-mémoire pour une immunité sur le long terme décrire comment la vaccination apporte une immunité sur le long terme (cf. SCI 2.2.2) déduire que les dysfonctionnements du système immunitaire peuvent générer des maladies auto-immunes	
	7.2.2. Epidémiologie et santé publique ...maladie en tant que phénomène de population ...modélisation des épidémies ...vaccination et immunité de groupe ...le rôle des agences de santé publique	reconnaître qu'une maladie est un phénomène de population autant qu'individuel (épidémies, pandémies, maladies environnementales et systémiques; cf. SCI 2.2.2, 2.2.3) expérimenter un simple modèle mathématique d'une infection d'une population (R_0 résultat de valeurs variables de virulence, durée de l'infection, rythme de transmission, et immunité initiale ; cf. SCI 2.2.2) modéliser une transmission exponentielle d'une infection dans une population vulnérable et la mettre en relation avec la croissance de la population et son évolution (cf. 5.1.4, 6.3.3) déduire et discuter de facteurs additionnels influençant le R_0 et distinguer ceux inhérents au pathogène de ceux dépendant de la réponse humaine.	• utilisation de modèles épidémiologiques interactifs en ligne • modèle de contagion utilisant « Glo-Germ » • recherche sur le passage de nouveaux agents pathogènes depuis le monde animal vers les populations humaines (par exemple, tuberculose, grippe, VIH, Ebola, fièvre Q, SRAS-CoV-2) et les facteurs les rendant plus probables et plus graves (par exemple, augmentation de la population humaine et mobilité accrue, destruction de l'habitat, perturbation des écosystèmes due au changement

		expliquer le rôle des zoonoses dans l'apparition de nouvelles maladies infectieuses humaines modéliser le rôle de la vaccination dans la formation d'une immunité de groupe (cf. SCI 2.2.2, 7.2.1) identifier and discuter les complexités de la collecte de données sur la santé publique et de la construction de modèles épidémiologiques pendant et après une épidémie discuter des avantages et limites des modèles épidémiologiques savoir que les organisations de santé publique surveillent et luttent tant les maladies infectieuses que non infectieuses analyser le défi de santé publique particulier que pose <i>influenza</i> une zoonose continuellement ré-émergente discuter des questions liées à la communication des faits et des recommandations entre les experts, les responsables politiques et le grand public discuter de questions liées à la santé publique et au développement durable	climatique, production animale industrielle, chasse à la viande de brousse) • étude des foyers historiques des épidémies et des réponses sociales et épidémiologiques, à la fois destructrices et constructives (par exemple, considérer l'étranger ou d'"autres" groupes comme boucs émissaires, organiser l'aide humanitaire, prendre des mesures de santé publique telles que des quarantaines, des mesures de confinement, améliorer l'assainissement public, suivre les maladies, constituer des réserves en cas de panique) • étude des campagnes de vaccination historiques et contemporaines et analyser les obstacles à leur succès (par exemple, la variole, la polio, la rougeole...) • analyse et comparaison des modèles épidémiologiques construits pendant et après l'apparition d'une maladie donnée (par exemple, le VIH, la grippe saisonnière, la grippe pandémique, le SRAS-CoV-2) • identifier des organisations aux niveaux local, national et international qui participent à la surveillance de la santé publique et à la lutte contre les maladies • concertation avec un professeur de sciences humaines pour discuter des questions relatives aux différences d'accès aux soins de santé dans et entre les pays du monde • invitation d'un professionnel de la santé publique local
--	--	---	--

6.3. Échelle temporelle <i>Considération des phénomènes biologiques sur deux échelles de temps :</i> <i>L'échelle de l'individu pour la reproduction et de l'hérédité, incluant la génétique mendélienne, l'échelle chromosomique et moléculaire.</i> <i>L'échelle de l'évolution, qui comprend une compréhension approfondie de l'action de la sélection naturelle et la construction de phylogénies évolutives.</i>	6.3.1. ADN ...la réplication de l'ADN ...mutations au niveau de l'ADN ...les conséquences de la manipulation humaine de l'ADN ...méthodes actuelles de modification génétique ...Hérédité mendélienne des mutations au niveau de l'ADN ...l'électrophorèse de l'ADN	donner une vue globale de la réplication de l'ADN (cf. 5.4.2) expliquer les rôles de l'hélicase de l'ADN et du complexe ADN-polymérase reconnaître l'importance de l'orientation opposée 5'-3' et 3'-5' des deux brins de la molécule d'ADN pour la réplication (pas de détails sur les fragments Okazaki, pas de détails sur les amorces d'ARN) revoir comment les substitutions dans la réplication peuvent donner lieu à des mutations silencieuses, antisens ou non-sens (cf. 5.4.2) déduire l'effet de l'insertion ou de la délétion d'un nucléotide pendant la réplication (décalage du cadre de lecture) revoir les causes des mutations de l'ADN (cf. 5.4.2) donner un aperçu de CRISPR et/ou d'autres méthodes actuelles de modification génétique discuter des conséquences pratiques et éthiques de l'intervention humaine dans l'ADN (transfert de gènes au sein d'une même espèce et entre espèces, réparation des gènes; cf. 5.4.3) analyser un cas dans lequel une substitution ou un changement de cadre de lecture donne lieu à un allèle mendélien dominant ou récessif et construire des diagrammes de Punnett monohybrides pour les décrire. revoir les diagrammes de Punnett monohybrides dans les cas liés au sexe, de dominance incomplète et de codominance (cf. 5.2.2) expliquer le principe de l'électrophorèse de l'ADN et la réaliser expliquer le principe de la PCR et la réaliser analyser les résultats d'électrophorèses de l'ADN pour identifier les génotypes	• analyser les expériences de Meselson-Stahl • analyser les cas connus de maladies génétiques (par exemple, l'hémophilie dans les familles royales européennes, la drépanocytose, etc.)
	6.3.2. Caractères polygéniques et génétique chromosomique	<i>Nota bene : L'objectif du point 6.3.2 est de comprendre le principe selon lequel les phénotypes résultent généralement de l'interaction de multiples allèles, plutôt que de considérer chaque problème indépendamment. Ainsi le premier objectif</i>	

	...les croisements dihybrides ...épistasie ...les caractères polygéniques et l'origine de la distribution normale des phénotypes ...les sources de variation au cours de la méiose ...reproduction sexuée/asexuée ...mutation au niveau du chromosome et du génome ...la sélection et la manipulation génétique dans l'horticulture et l'agriculture ...liaison des gènes	<i>d'apprentissage (croisements dihybrides) vise à établir les trois groupes d'objectifs d'apprentissage qui suivent : le rôle de l'épistasie ; l'origine des distributions gaussiennes généralement observées dans les phénotypes des grandes populations (cf. 5.1.2) ; et l'identification de gènes particuliers avec leur emplacement physique sur les chromosomes.</i> construire and analyser des diagrammes de Punnett pour des croisements dihybrides dont les croisements F1xF1 et les croisements-tests déduire des phénotypes dans des cas d'épistasie et vice versa savoir que l'expression de tous les gènes est le résultat de relations épistatiques complexes entre gènes déduire et modéliser en quoi les caractères polygéniques s'inscrivent dans de larges diagrammes de Punnett, donnant de multiples phénotypes se retrouvant dans une distribution normale (Gaussienne) dans les populations. (cf. 5.1.2) déduire et modéliser les phases de la méiose (cf. 5.3.1), incluant les recombinaisons homologues (crossing-over) en prophase 1 calculer le nombre de combinaisons possible résultats de la prophase 1 (sans considérer les crossing-over) pour un nombre donnée de paires de chromosomes (2^n) comparer les recombinaisons potentielles en incluant les crossing-over en métaphase 1 déduire que les crossing-over brassent complètement les allèles, garantissant ainsi des gamètes uniques déduire que seules les mutations se produisant au sein des cellules de la lignée germinale durant la méiose sont héréditaires par reproduction sexuée comparer les avantages et désavantages évolutifs des reproductions sexuée et asexuée analyser des caryotypes et d'autres données dans les cas de mutations à l'échelle des chromosomes et des génomes (exemples : fusion, fission, translocation, inversion,	• comparer les caryotypes de chimpanzé et d'humain pour mettre en évidence la fusion réalisée sur le chromosome 2 humain • étude du triangle de U pour les espèces du genre <i>Brassica</i> • rechercher l'histoire génétique de plantes modernes cultivées (fraise, blé)
--	---	--	---

		polyploïdie) relier les mutations du génome à des événements se produisant au cours de la méiose déduire les possible conséquences évolutives des mutations du génome (exemple spéciation sympatrique par polyploïdie) reconnaître l'importance chez les végétaux, des mutations à l'échelle du génome pour l'agriculture et l'horticulture reconnaître l'importance plantes hybrides F1 du commerce pour l'agriculture et l'horticulture reconnaître l'importance croissante des techniques de manipulation génétique modernes dans l'agriculture analyser la répartition inégale des phénotypes des descendants issus d'un croisement-test pour déduire le phénomène de liaison génique reconnaître que les allèles mendéliens correspondent à des loci physiques sur des chromosomes linéaires	
	6.3.3. Evolution ...types de sélection ...spéciation ...définitions de l'espèce ...construction de phylogénies ...classification	revoir le principe de l'évolution par sélection naturelle (cf. 5.1.5) déduire l'existence d'une sélection directionnelle, stabilisatrice et disruptive construire des modèles des modes de spéciation (allopatrique, sympatrique, radiation adaptative) discuter des forces et des faiblesses des différentes définitions du mot « espèce » construire, décrire et analyser des phylogénies évolutives en utilisant des types de données diverses (par exemple, comparaison de séquences de gènes, de génomes, de données morphologiques, de fossiles, considérant différentes technologies de datation) et une terminologie appropriée (dernier ancêtre commun, caractères ancestraux/dérivés, taxon monophylétique) relier les phylogénies évolutives aux classifications du vivant (les caractères définissent les groupes ; importance des groupes à l'intérieur des groupes)	• étudier les théories actuelles de l'abiogenèse (par exemple, membrane contre répliqueurs) • recherches et débats sur les concepts d'espèces.

7.3. Echelle temporelle <i>Reprise et renforcement des notions d'hérédité et d'évolution de 6.3 :</i> •Reconnaître que bien que l'ADN contienne l'information déterminant le développement de l'organisme, son histoire individuelle réelle est façonnée par des facteurs épigénétiques. •Ajout d'une perspective de modélisation mathématique à une compréhension de l'évolution basée sur la population.	7.3.1. Des gènes à l'organisme ...pénétrance et hérédité ...les conséquences de l'épigénétique sur les organismes individuels, y compris les humains ...les origines génétiques et épigénétiques du phénotype ...les divers usages de "gène"	revoir la génétique chromosomique et moléculaire (6.3.1, 6.3.2) analyser des données d'une étude de cas pour déduire le concept de pénétrance (l'expression statistique du génotype sous forme de phénotype au sein d'une population) analyser des données d'une étude de cas pour déduire le concept d'hérédité (combien les variations phénotypiques au sein d'une population peuvent être attribuées à des modifications génétiques) déduire l'importance des facteurs épigénétiques dans la détermination du phénotype analyser et discuter l'importance des notions de pénétrance et d'hérédité par rapport aux seuls résultats de tests génétiques et les conséquences de ceux-ci sur les patients et les familles savoir que de nombreux gènes codent pour des protéines régulatrices de l'expression génique savoir que les moments, où ces commutateurs et régulateurs se mettent en place dans le développement et le métabolisme, sont influencés, voire contrôlés, par des événements provenant des milieux internes et externes, dans lesquels des facteurs environnementaux et aléatoires jouent un rôle décrire le phénotype comme le résultat d'interactions complexes entre l'expression des gènes, les facteurs liés au développement et ceux liés à l'environnement discuter des divers usages du mot "gène" (par exemple, séquence d'ADN, facteur mendélien, explication populaire de l'apparence ou du comportement...). (cf. 7.1.2)	• Les mutations BRCA comme étude de cas pour la pénétrance, l'hérédité, la prévalence • discussion avec un conseiller génétique • recherche sur le rôle des hormones du stress dans la régulation du métabolisme cellulaire et de l'organisme • recherche sur la régulation de l'expression des gènes (par exemple, gènes homéotiques, acquisition du phénotype sexuel dans le développement embryonnaire, opérons, silencers) • expériences visant à mettre en évidence les facteurs épigénétiques du développement, par exemple chez les végétaux • discuter des différences entre les jumeaux identiques
	7.3.2. Modélisation mathématique de l'évolution ...l'équation d'équilibre Hardy-Weinberg comme base de la génétique des	revoir la sélection naturelle, la spéciation et la systématique (cf. 6.3.3) reconnaître l'utilité de l'équation de Hardy-Weinberg pour révéler l'évolution d'une population évolue par rapport à un gène donné déduire et modéliser les effets des facteurs aléatoires (effets	• les guépards comme exemple d'effet de goulot d'étranglement en génétique • exemples possibles de modèles génétiques de population à traiter qualitativement : eusocialité chez les hyménoptères ; dérive conduisant à la fixation d'allèles dans une population finie ; maintien d'un rapport de sexe 50/50 dans

	populations ...les conséquences évolutives des facteurs aléatoires ...un traitement qualitatif d'un modèle génétique de population ...conséquences de la perte de la diversité génétique	fondateurs, goulots d'étranglement, dérive génétique ; cf. spéciation 6.3.3) discuter sur le plan qualitatif d'une théorie ou d'un modèle dérivé de la génétique des populations modéliser les conséquences de la perte de la diversité génétique dans une population (jusqu'à l'extinction) et les relier aux questions de la biodiversité et de la conservation	la plupart des circonstances • recherches et discussions des questions de diversité génétique dans les projets de conservation des espèces
6.4. L'échelle planétaire – <i>Une introduction à la théorie écologique et à sa modélisation. Les bases de l'écologie des populations. Répercussions des effets humains aux échelles locales à globales, et les possibles solutions aux problèmes d'origine anthropique.</i>	...une écologie locale ...les facteurs biotiques et abiotiques ...le concept de niche ...types d'interactions écologiques ...la démographie des populations ...l'équilibre écologique et la capacité biologique ...des modèles d'interactions écologiques ...la biodiversité et l'extinction ...les conséquences écologiques du	décrire les habitats en termes de facteurs biotiques et abiotiques définir les interactions à l'échelle des individus et celle des espèces dans le contexte des niches écologiques décrire les relations écologiques en utilisant une terminologie appropriée (compétition, prédation, parasitisme, amensalisme, commensalisme, mutualisme, symbiose) modéliser des courbes de croissance de population linéaires et exponentielles (cf. 5.1.4) analyser des données démographiques (par exemple, tables de survie, courbes de survie) d'une population discuter des modèles historique et projeté de la croissance de la population humaine, ainsi que des données et des causes sous-jacentes analyser les facteurs limitant la croissance exponentielle de la population et modéliser les courbes de croissance de la population qui en résultent modéliser la théorie d'une stratégie de reproduction évoluée déduire les concepts d'équilibre écologique et de capacité biologique expliquer en quoi les équilibres écologiques et les capacités biologiques sont subordonnés et à la fois contexte-dépendants	• étudier les substances chimiques allélopathiques produites par des espèces végétales telles que <i>Cyperus rotundus</i>, diverses espèces d'Eucalyptus, <i>Juglans nigra</i> ou <i>Ailanthus altissima</i>, qui inhibent la germination, le développement et croissance d'autres espèces végétales. • étudier les relations entre champignons et plantes (par exemple, truffes, mycorhizes, rhizobiums, tanins) • étude des habitats locaux d'espèces en relation avec leurs distributions et enregistrements historiques • se coordonner avec les professeurs de sciences humaines pour étudier les questions démographiques historiques de l'humanité • s'engager dans des projets scientifiques citoyens - collaborer avec des universités, des fondations, etc. • modèles possibles de stratégies de reproduction évoluées : origine et maintien de la reproduction sexuelle ; théorie de l'histoire de vie ; sémelparité/itéroparité ; stratégies de r/K • les modèles possibles d'interaction

	changement climatique anthropique et d'autres facteurs humains ...les services écosystémiques et les questions de développement durable	distinguer les facteurs densité-dépendant et les facteurs densité-indépendants qui affectent les équilibres écologiques et les capacités biologiques modéliser un cas d'interaction écologique au niveau de l'espèce modéliser un cas d'interaction écologique au niveau de l'écosystème analyser la biodiversité, en utilisant des exemples au niveau de la génétique, des espèces et des écosystèmes rechercher les pertes de biodiversité à différents niveaux dues à l'extinction massive actuelle analyser l'extinction en termes de résilience d'un écosystème donné rechercher, analyser et modéliser la libération écologique et/ou le déplacement écologique dû à des facteurs humains (changements d'utilisation des terres, introduction accidentelle ou délibérée d'espèces) rechercher et analyser les modifications des écosystèmes locaux et mondiaux résultant du changement climatique et d'autres facteurs d'origine humaine discuter le concept de <i>services écosystémiques</i> discuter les problèmes éthiques et politiques relatifs à l'utilisation des écosystèmes par les humains et leur l'intervention dans les écosystèmes aux échelles locales à planétaires, ainsi que des solutions soutenables et durables	écologique au niveau des espèces : cycle prédateur-proie, coévolution, symbiose • modèles possibles d'interaction au niveau des écosystèmes : succession écologique, biogéographie insulaire • utiliser l'analyse de la biogéographie des îles pour modéliser la fragmentation de l'habitat due aux problèmes d'utilisation des terres par l'homme • assurer la coordination avec les professeurs de géographie et d'économie pour discuter de l'utilisation des terres, des services écosystémiques, du changement climatique, de la perte de biodiversité et d'autres sujets pertinents
7.4. L'échelle planétaire – <i>En se basant sur les fondements de l'écologie à l'échelle des populations acquise en 6.4, les élèves ajoutent la perspective des analyses des</i>	...analyse des écosystèmes ...les niveaux trophiques en termes d'énergie, de biomasse et de flux d'énergie ...les écosystèmes en termes de cycles de matière (eau,	revoir les thèmes et les contextes de l'écologie des populations (cf. 6.4) analyser les écosystèmes en tant que communautés d'organismes en interagissant dans le contexte des caractéristiques abiotiques de leur environnement distinguer les autotrophes et les hétérotrophes (y compris les décomposeurs) dans un écosystème donné dessiner et légender un schéma des niveaux trophiques en utilisant les données d'un écosystème décrire et analyser les niveaux trophiques en termes de pyramides de l'énergie et de la biomasse (la règle des	• créer et/ou utiliser des diagrammes de Sankey ou d'autres représentations des flux de matière/énergie et des niveaux trophiques • construire des systèmes biologiques fermés (par exemple, des terrariums, des aquariums, des colonnes Winogradsky) pour analyser les flux de matière et d'énergie • pourcentage de la production d'énergie humaine consacré à la fixation de l'azote et la production d'engrais

<i>écosystèmes, modélisant les flux de matière et d'énergie et appliquant les problématiques humaines (exemples : changement climatique d'origine anthropique, pollution, agriculture soutenable et durable).</i>	carbone, azote, phosphore) ...le rôle de la modélisation à l'échelle planétaire en sciences ...les rôles et les conséquences de l'intervention humaine dans les flux d'énergie et de matière à l'échelle locale et mondiale	dixièmes ou 10%) donner une vue globale et analyser le flux d'énergie dans les écosystèmes, de la photosynthèse à la décomposition donner une vue globale et analyser le cycle de l'eau au niveau mondial et pour un écosystème donné (cf. SCI 3.2) analyser le cycle du carbone au niveau mondial et pour un écosystème donné expliquer l'origine et les conséquences aux échelles mondiales et locales de la libération par l'homme du carbone séquestré analyser le cycle de l'azote au niveau mondial et pour un écosystème donné expliquer l'origine et les conséquences aux échelles globales et locales de la fixation industrielle de l'azote par l'homme analyser le cycle du phosphore pour un écosystème donné expliquer l'origine et les conséquences mondiales et locales de la production industrielle humaine de phosphate analyser et discuter du rôle de la modélisation en sciences au niveau planétaire relier les interventions humaines dans les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore, en incluant la production d'énergie et celle des engrais synthétiques, à la croissance de la population humaine (cf. 6.4) comparer les flux d'énergie et de matière dans les contextes naturels, agricoles et industriels (notamment l'agriculture intensive) revoir le concept de <i>services écosystémiques</i> (cf. 6.4) et l'intégrer aux perspectives d'analyse des écosystèmes discuter les problèmes éthiques et politiques relatifs à l'utilisation des écosystèmes, l'intervention dans les écosystèmes par les humains aux échelles locales à planétaires, ainsi que des solution soutenables et durables	• rechercher les effets locaux de la pollution et du ruissellement des engrais • inviter des intervenants pour présenter différentes approches de l'agriculture et de la production industrielle • débattre des avantages et des inconvénients de l'agriculture biologique par rapport à ceux de l'agriculture intensive • se coordonner avec les enseignants de géographie et d'économie pour traiter des questions telles que la sécurité alimentaire, l'utilisation équitable des ressources, les questions économiques liées à la croissance, les liens entre l'accès à l'éducation et la croissance démographique • exemples possibles de modélisation en sciences à l'échelle planétaire : écologie des systèmes, océanographie, climatologie • les questions éthiques et politiques susceptibles d'être débattues : prendre en compte la croissance démographique future tout en prévoyant sa modération ; les questions de sécurité alimentaire, d'utilisation équitable des ressources ; les modèles économiques dépendant de la poursuite de la croissance • des propositions de recherche et de débat pour lutter contre le changement climatique et d'autres problèmes anthropiques
--	--	---	---

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), et les principes mentionnés dans le document ***Lignes directrices pour l'utilisation du système de notation des EE*** (2017-05-D-29). 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.**

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 la maîtrise de compétences pratiques
- travailler en équipe
- pratiquer l'auto-évaluation et l'évaluation par les pairs
- participer à des débats et à des discussions 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.

Les évaluations de doivent pas tester les élèves uniquement sur des connaissances factuelles et leur compréhension, mais également et de manière substantielle sur les compétences d'application, d'analyse et de communication écrite, conformément aux descripteurs de niveau atteint (section 5.1) et à la matrice de l'examen écrit du baccalauréat. **Les enseignants ne doivent pas mettre l'accent sur l'apprentissage par cœur.** Les élèves doivent être préparés à analyser des documents et des ensembles de données, à solliciter leurs propres connaissances dans différents contextes afin de synthétiser des réponses complexes, et inclure des propositions d'investigations plus approfondies.

L'examen écrit du baccalauréat comprendra trois sections :

- un exercice guidé, fournissant des données tirées d'une ou plusieurs sources de la littérature scientifique ainsi que du matériel explicatif, et posant une série de questions pour évaluer les connaissances, la compréhension et l'application.

- un exercice de synthèse, demandant aux candidats de donner un sens, d'expliquer et de tirer des conclusions à partir d'un ensemble de données tirées d'une ou plusieurs sources dans la littérature scientifique.
- un essai basé sur une question ouverte, demandant aux candidats de rassembler des connaissances pour soutenir un discours dans un contexte plus large, qui peut inclure les aspects sociaux, éthiques ou de développement durable.

Bien que les sujets des quatre thèmes du programme soient au programme de l'examen annuel du baccalauréat, les trois sections de l'examen ne seront pas fixées par thème. Le traitement des thèmes, et le contenu des sujets traités, dans les trois sections de l'examen varieront d'une année à l'autre. L'évaluation sera orientée vers les compétences indiquées dans les descripteurs de niveau atteint. Les questions de connaissance/compréhension seront pondérées à un maximum de 35 % du total de l'examen ; les candidats devront également montrer une expertise dans l'application (pondération de 40 %) et l'analyse (pondération de 20 %) afin d'obtenir une note suffisante (dépassant le seuil de réussite). Les candidats peuvent être invités à proposer des protocoles expérimentaux dans le cadre de l'évaluation de l'application et de l'analyse. La qualité de la communication écrite du candidat (sur les plans du vocabulaire et graphique) sera évaluée par une note globale (5%).

Chaque sujet de l'examen oral doit s'inspirer d'au moins deux thèmes du programme et doit également être orienté vers les compétences indiquées dans les descripteurs de niveau atteint. Chaque sujet de l'examen oral doit exiger du candidat qu'il analyse des données tirées de la littérature scientifique. Les questions testant les connaissances/compréhensions pures ne doivent pas représenter plus de 35 % des points : les candidats devront également montrer une expertise dans l'application (pondération de 40 %) et l'analyse (pondération de 20 %) afin d'obtenir une note suffisante (dépassant le seuil de réussite). La qualité de la communication du candidat (orale) sera évaluée par une note globale (5%).

L'utilisation du livret de biologie (*Reference Booklet for Biology S6-S7 - 4 Periods*) est autorisée pour toutes les évaluations en S6-S7, y compris tous les examens.

5.1 Descripteurs de niveaux atteints – Biologie S6-S7

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

	9.0-10 Excellent	8.0-8.9 Très bien	7.0-7.9 Bien	6.0-6.9 Satisfaisant	5.0-5.9 Suffisant	3.0-4. Échec (Insuffisant)	0-2.9 Échec (Très insuffisant)
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 dans une situation familière	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.

Compétences numériques et d'information⁶	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. Sait utiliser de manière autonome des logiciels appropriés pour réaliser des tâches scientifiques de manière autonome.	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. Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, avec une certaine assistance.	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. Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, avec assistance.	Avec de l'aide, peut trouver et évaluer la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne. Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, mais avec une assistance soutenue.	Peut récupérer des informations sur des sujets scientifiques lorsqu'il (elle) est dirigé(e) vers des sources fiables en ligne et hors-ligne. Sait suivre des instructions strictes afin d'utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques.	Généralement inapte à trouver ou vérifier la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques en ligne et hors ligne. Epreuve de grandes difficultés à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec assistance.	Inapte à trouver ou vérifier la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques en ligne et hors ligne. Inapte à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec assistance.
Communication (orale et écrite)	Communique de manière logique et concise en utilisant la terminologie adéquate. Excelle dans la présentation de ses travaux.	Communique de manière claire en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente très bien ses travaux.	Communique clairement la plupart du temps, en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente bien ses travaux.	Utilise un vocabulaire scientifique de base et la rédaction a une structure assez satisfaisante. Présente ses travaux de manière satisfaisante.	Utilise un vocabulaire scientifique simple et la rédaction peut manquer de structure. Présente ses travaux de manière acceptable.	Rédige de manière globalement insuffisante ou incomplète en utilisant un vocabulaire scientifique pauvre. Présente ses travaux de manière insuffisante.	Ne sait pas communiquer des informations à l'écrit ni à l'oral.
Travail en groupe	Travaille de manière constructive en tant que membre du groupe, prend des initiatives – a un rôle de meneur.	Travaille de manière constructive au sein du groupe, possède un bon esprit d'équipe.	Travaille correctement en équipe, possède un bon esprit d'équipe.	Participe de manière satisfaisante au travail d'équipe.	Peut travailler en équipe.	Nécessite une assistance lors du travail en équipe.	Incapable de travailler en équipe.

⁶ European Digital Competence Framework (<https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp>).
2020-12-D-27-fr-3

SYNOPSIS

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.

8.0-8.9 - Très bien

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.

7.0-7.9 - Bien

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.

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.

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.

4.0-4.9 – Échec (Insuffisant)

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.

0-3.9 – Échec (Très insuffisant)

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 – Operateurs utilisés dans les objectifs d'apprentissage en section 4.2, classés par descripteurs de niveau atteint.

Note: les opérateurs peuvent s'appliquer et être listés dans plus d'un descripteur de niveau atteint.

Knowledge	Fachkenntnisse	Connaissances
<i>define</i>	<i>definieren</i>	<i>définir</i>
<i>draw (a schema or diagram)</i>	<i>skizzieren/zeichnen</i>	<i>dessiner</i>
<i>label (a schema or diagram)</i>	<i>beschriften</i>	<i>légender</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/erkennen</i>	<i>savoir/connaître</i>
<i>name</i>	<i>nennen</i>	<i>nommer</i>
<i>review</i>	<i>überprüfen</i>	<i>revoir/réviser</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>erkennen</i>	<i>comprendre/constater</i>
Application	Anwendung	Application
<i>analyse</i>	<i>analysieren/untersuchen/auswerten</i>	<i>étudier/interpréter</i>
<i>calculate</i>	<i>berechnen</i>	<i>calculer</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>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>discuss</i>	<i>diskutieren/erörtern</i>	<i>argumenter/discuter</i>
<i>interpret (experimental results)</i>	<i>interpretieren</i>	<i>interpréter (résultats expérimentaux)</i>
<i>model</i>	<i>entwickeln</i>	<i>modéliser</i>
<i>relate</i>	<i>verknüpfen</i>	<i>relier/mettre en relation</i>
Experimental Work	Experimentelle Arbeit	Travail expérimental
<i>demonstrate</i>	<i>zeigen</i>	<i>démontrer</i>
<i>experiment</i>	<i>Experimente durchführen</i>	<i>expérimenter, effectuer</i>
<i>explore</i>	<i>erkunden/untersuchen</i>	<i>explorer, étudier</i>
<i>model/construct a model</i>	<i>modellieren/entwickeln</i>	<i>modéliser</i>
<i>perform</i>	<i>durchführen</i>	<i>réaliser</i>
Digital and Information Competences	ICT und Medienkompetenz	Compétences numériques et information
<i>analyse</i>	<i>analysieren/auswerten/untersuchen</i>	<i>analyser</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>model/construct a model</i>	<i>modellieren/entwickeln/(ein Modell) entwerfen</i>	<i>modéliser/ concevoir (un modèle)</i>
<i>discuss</i>	<i>diskutieren</i>	<i>discuter/argumenter</i>
<i>draw (a schema or diagram)</i>	<i>skizzieren/zeichnen und beschriften</i>	<i>dessiner et légender</i>
Teamwork	Teamarbeit	Travail en groupe
<i>discuss</i>	<i>diskutieren</i>	<i>échanger</i>
<i>experiment</i>	<i>Experimente durchführen</i>	<i>expérimenter, effectuer</i>
<i>explore</i>	<i>erkunden/untersuchen</i>	<i>explorer, étudier</i>

Matrice générique

N.B.: Une seule question peut englober plus d'une compétence.

**** Globalement :**

Connaissances/Compréhension :	+/- 35%
Application:	+/- 40%
Analyse:	+/- 20%
Communication écrite :	5%

La note pour la communication écrite doit être attribuée globalement, en tenant compte des critères suivants :

2020-12-D-27-fr-3

représentations graphiques du candidat (y compris les graphiques, diagrammes, croquis, etc.) sont claires, bien construites, de taille et d'échelle adéquates, correctement intitulées et légendées, et correctes. Le candidat construit des **réponses logiques et concises**, subordonnant les parties au tout, intégrant les données et les informations fournies. Le candidat **argumente de manière cohérente**, en adoptant un point de vue clair. Les candidats ne peuvent pas perdre tous les points alloués à l'évaluation de la communication écrite pour des fautes dans un seul des critères ci-dessus. Une note de 5 points peut être attribuée pour une performance globale excellente, mais pas nécessairement irréprochable.

Matrice spécifique

N.B.: Une seule question peut englober plus d'une compétence.

* Le total des parties 1 and 2 doit toujours être de 70 points

** Globalement : **Connaissances/Compréhension : +/- 35% 33%**

Parties de l'examen	Compétence(s) **	en %	Objectif(s) d'apprentissage	Questions	Evaluation/Notation	Total en points
1. Exercice guidé (34 points*)	Connaissances et Compréhension	47%	Voir le schéma de notation spécifique de chaque section pour la répartition détaillée des points par question.	a), c), d), h), i), j); et parties de e)	<i>schéma de notation spécifique</i>	16
	Application	29%		g), l), parties de e)	<i>schéma de notation spécifique</i>	10
	Analyse	24%		b), f), k)	<i>schéma de notation spécifique</i>	8
						34*
2. Exercice de synthèse (36 points*)	Connaissances et Compréhension	19.5%		parties de b), c), d)	<i>schéma de notation spécifique</i>	7
	Application	44.5%		Parties de b), c), d)	<i>schéma de notation spécifique</i>	16
	Analyse	36%		a); parties de b), c), d)	<i>schéma de notation spécifique</i>	13
						36*
3. Essai (25 points)	Connaissances et Compréhension	40%	Compétences, concepts transversaux, et contenu spécifique à la matière	Essai	Rubrique spécifique	10
	Application	40%				10
	Analyse	20%				5
						25
(5 points)	Communication écrite	(100%)		globale	Rubrique pour la communication ***	5
						100

Application:	+/- 40% 36%
Analyse:	+/- 20% 26%
Communication écrite :	5%

*** Rubrique pour la communication :

La note pour la communication écrite doit être attribuée globalement, en tenant compte des critères suivants :

Le candidat utilise un **vocabulaire** scientifique correct et approprié (pas de pénalités pour l'orthographe sauf si le sens du contenu est modifié). Les **représentations graphiques** du candidat (y compris les graphiques, diagrammes, croquis, etc.) sont claires, bien construites, de taille et d'échelle adéquates, correctement intitulées et légendées, et correctes. Le candidat construit des **réponses logiques et concises**, subordonnant les parties au tout, intégrant les données et les informations fournies. Le candidat **argumente de manière cohérente**, en adoptant un point de vue clair.

Les candidats ne peuvent pas perdre tous les points alloués à l'évaluation de la communication écrite pour des fautes dans un seul des critères ci-dessus. Une note de 5 points peut être attribuée pour une performance globale excellente, mais pas nécessairement irréprochable.

BIOLOGIE 4P

Exemple d'examen écrit de baccalauréat

DUREE DE L'EXAMEN :

3 heures (180 minutes)

COMPOSITION:

- Section 1— Exercice guidé
- Section 2—Synthèse
- Section 3—Essai

Section 1 - Exercice guidé

Page 1/4 Points

LA PROTEINE P53 "GARDIENNE" DU GENOME

La plupart des cancers sont sporadiques (apparemment aléatoire). Cependant, dans certains cas, les cancers sont présents chez des familles, ce qui indique une cause au moins partiellement héréditaire (génétique). Le syndrome de Li-Fraumeni (SLF) est un exemple qui a contribué à élucider une partie de la biologie du cancer.

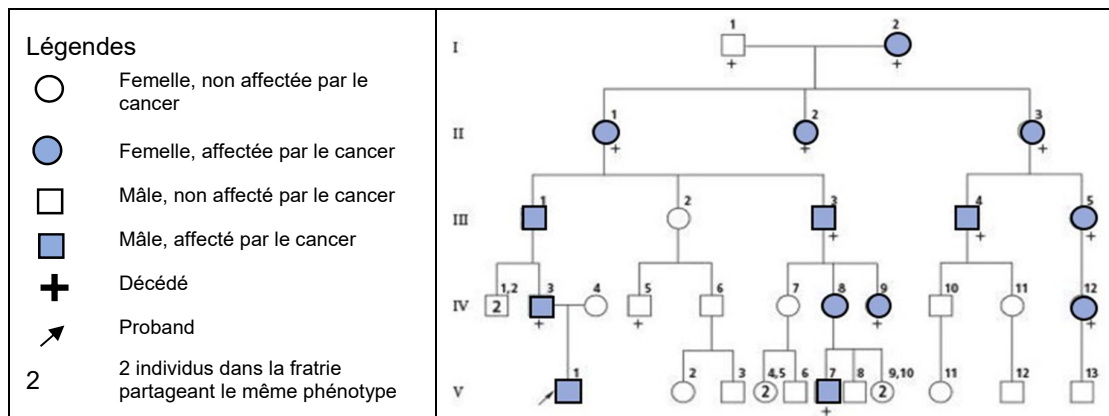
Les scientifiques Frederick Li et Joseph Fraumeni ont découvert plusieurs familles dont les membres avaient tendance à développer plusieurs cancers, généralement à partir de l'enfance ou de l'adolescence. Ils ont examiné non seulement les premiers patients qui leur ont été adressés (les probands, dans la terminologie de la génétique médicale), mais aussi les membres de leur famille. Ils ont également recueilli les antécédents familiaux, avec autant d'informations que possible sur l'apparition de cancers chez leurs proches.

La figure 1 montre la généalogie qu'ils ont construite pour leur premier proband. Sur la base des informations concernant cette famille et trois autres, pour lesquelles ils ont pu construire des généalogies plus petites, Li et Fraumeni ont provisoirement émis l'hypothèse, en 1969, que la transmission d'un seul allèle mutant pouvait être incriminée.

a) Définir l'allèle.

Figure 1. Généalogie d'une « famille A » extraite des premiers documents sur le cancer qui sera plus tard appelé syndrome de Li-Fraumeni. Li et Fraumeni ont simplifié les généalogies : les parents manquants de chaque génération étaient non affectés.

1

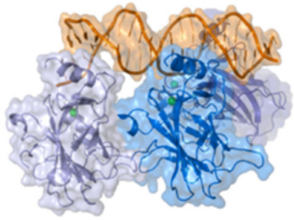
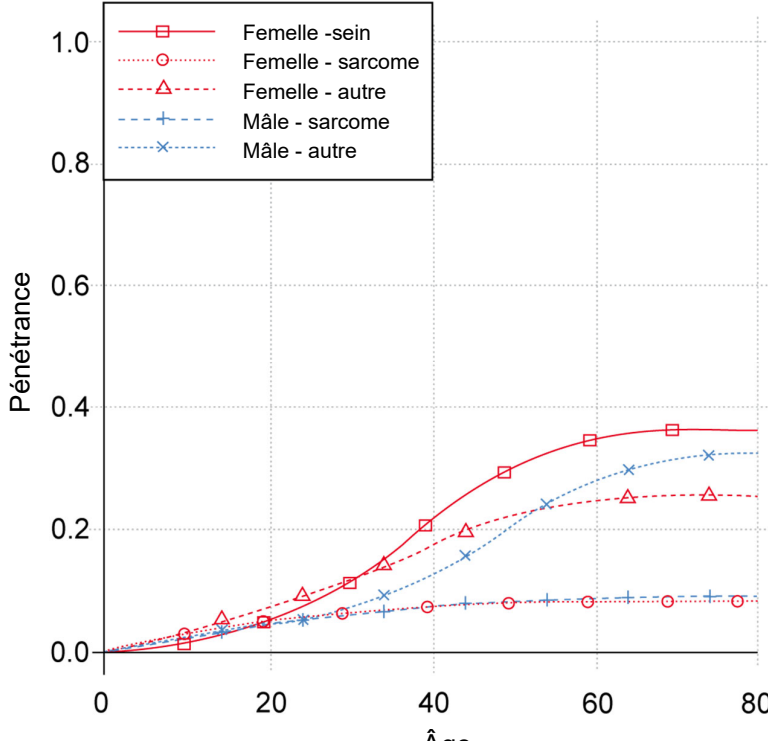


b) En utilisant la figure 1, et en expliquant votre raisonnement, montrer pourquoi Li et Fraumeni ont proposé que le SFL soit causé par un gène autosomal dominant.

4

Les recherches visant à identifier le gène en cause dans le syndrome de Li-Fraumeni se sont poursuivies pendant des décennies. Finalement, une équipe de chercheurs a examiné les corrélations entre les gènes connus pour être inactivés

Section 1 - Exercice guidé	
Page 2/4	Points
dans les cancers sporadiques et ceux qui sont typiques des personnes atteintes du SFL. Leur candidat était un gène appelé <i>TP53</i>, qui code pour une protéine appelée p53, car il avait été démontré que ce gène était fréquemment inactivé dans les cancers sporadiques. c) Décrire brièvement comment un gène peut conduire à la production d'une protéine La p53 s'avère être une protéine-clé dans l'autorégulation des vertébrés, agissant de manière fondamentale pour prévenir l'apparition de cancers - elle est si importante, en fait, qu'elle a été surnommée "la gardienne du génome". Des mutations de <i>TP53</i> sont impliquées dans plus de la moitié des cancers humains. La protéine p53 se lie à l'ADN, mais son activité est normalement inhibée par une protéine régulatrice appelée mdm2. Si l'ADN est endommagé, la protéine mdm2 est éliminée et la protéine p53 est activée. Elle déclenche alors soit la suspension de la division cellulaire et l'initiation des mécanismes de réparation, soit l'apoptose (autodestruction de la cellule) - on ne sait toujours pas comment la protéine "décide" de la voie à suivre. d) Le système immunitaire humain joue aussi un rôle dans le contrôle de cellules potentiellement cancéreuses. Donner un bref aperçu du rôle des Lymphocytes T dans ce processus. Un pourcentage élevé de gènes fonctionnels dans le génome humain (peut-être autour de 30%), codent pour des protéines régulatrices, comme la mdm2, mentionnée plus haut. e) Expliquer pourquoi les protéines régulatrices comme la mdm2 sont essentielles pour les fonctions d'une cellule et d'un organisme. Des versions mutées de <i>TP53</i> ont été isolées dans de nombreux cancers, incluant les patients atteints par le SFL. Les mutations se sont produites sur de nombreuses parties différentes du gène chez différents patients. La figure 2 présente une telle mutation et montre les domaines fonctionnels de la protéine (les régions dont la structure est cruciale pour sa fonction). Figure 2. Structure d'un type sauvage (A) et d'un type muté pour la protéine p53 (B). <i>TAD1, PRD, DBD, TD et BD</i> sont les domaines fonctionnels de la protéine p53. Les nombres indiquent des acides aminés dans la protéine (chaque domaine fonctionnel est relié au suivant par des acides aminés non impliqués dans la fonction de la protéine). A) WT Structure TP53 B) Ser90FS*32 Structure TP53	4 4 2

Section 1 - Exercice guidé		
	Page 3/4	Points
f) Identifier le numéro de l'acide aminé et sa localisation en terme de domaine fonctionnel, correspondant à la mutation au sein du gène.	2	
g) Interpréter la différence entre les deux formes de la protéine p53 montrée dans la Figure 2, et suggérer un type de mutation qui pourrait avoir provoqué ce changement. La Figure 3 montre une protéine p53 liée à une séquence d'ADN. Cependant la protéine schématisée est seulement une des versions codée par le gène TP53. Au moins 12 isomère (versions) de la protéine p53 ont été isolées. <i>Figure 3. Le premier isomère décrit de la protéine p53, lié à une séquence d'ADN.</i> 	3	
h) Définir l'exon.	1	
i) Expliquer comment un simple gène peut coder pour plus d'une protéine. <i>Figure 4. Estimations de la pénétrance de cancers spécifiques pour les porteurs de mutation de TP53.</i> 	3	

BACCALAUREAT EUROPEEN 20XX : BIOLOGIE

Section 1 - Exercice guidé		
	Page 4/4	Points
j) Distinguer la pénétrance et l'héritabilité d'un gène.		2
k) Interpréter les estimations de la pénétrance de la mutation <i>TP53</i> pour le cancer du sein chez les femmes et celles du sarcome chez les hommes présentées dans la figure 4.		2
Figure 5. Points de vue contrastés sur le dépistage génétique des enfants mineurs.		
Si un variant de <i>TP53</i> a été identifié dans une famille, tester les parents à risque peut identifier les membres de la famille qui sont également atteints de SLF et qui nécessitent donc une surveillance accrue du cancer et une intervention précoce lorsqu'un cancer ou un pré-cancer est identifié. Étant donné que les risques de cancers liés à la SLF sont accrus à tous les âges, il est recommandé de proposer un test prédictif aux individus dès la naissance ou peu après. (adapté de Katherine Schneider et al., USA)		
UN examen génétique est prescrit chez les mineurs uniquement lorsque le bénéfice de celui-ci (pour eux ou leur famille) est évident et immédiatement essentiel ; autrement il est recommandé de le proposer aux personnes ayant atteint la majorité légale (<i>France: Article R. 1131-5 du code de la santé publique</i>)		
Le concept de test génétique prédictif d'un enfant pour une maladie qui pourrait (ou pourrait ne pas) apparaître précocement à l'âge adulte bouscule notre perception de l'éthique de la divulgation des résultats du test, pour lesquels le potentiel bénéficiaire pourrait réclamer le droit de « ne pas savoir ». (David Malkin, Canada)		
• Le test génétique des enfants et adolescents est indiqué seulement s'il est requis pour confirmer les causes d'une maladie et/ou une clarification des diagnostics différents de symptômes existants. • Si pour des raisons personnelles les parents veulent de manière urgente tester leur enfant pour une maladie qui se manifeste seulement à l'âge adulte, la famille devra être complètement informée de tous les aspects de cette demande de diagnostic. Si nécessaire, une consultation psychologique pourra être utile pour clarifier les motivations personnelles des parents. (Sabine Rudnik-Schöneborn et al., Germany)		
l) En tenant compte des informations et points de vue des figures 4 et 5 et à partir de vos propres connaissances, expliquer si vous conseillerez à des parents porteurs d'une mutation germinale de <i>TP53</i> de recourir à un test génétique pour le SFL pour leur nouveau-né.		6

Section 2 - Synthèse		
	Page 1/2	Points
Les ancêtres des porcs domestiques (<i>Sus scrofa domesticus</i>) ont évolué dans des environnements tropicaux et subtropicaux, où maintenir la température corporelle est moins difficile que cela ne l'est pour des porcs vivant maintenant dans des climats tempérés ou subarctiques. L'échelle industrielle de la production de porcs dans des régions plus froides présente des difficultés significatives pour maintenir au chaud les porcelets nouveaux nés, entraînant des milliards d'euros de coûts d'énergie annuels. Une équipe de scientifiques a créé une lignée de porcs génétiquement modifiés, en introduisant un gène d'une protéine appelée UCP1, qui peut générer de la chaleur en utilisant un processus mitochondrial commun chez la plupart des autres mammifères. Les porcs modifiés appelés KI (« knock-in ») sont comparés aux types sauvages standards appelés WT (« wild type ») La protéine UCP est une protéine canal présente dans la membrane interne des mitochondries dans certains tissus, le long des complexes de protéines de la chaîne de transport des électrons et de l'ATP synthase (se référer à la brochure de référence pages 11 et 12). UCP1 permet aux protons de passer librement au travers de la membrane interne. Les protéines UCP sont également présentes chez les végétaux. Certains végétaux les utilisent pour la thermogénèse (production de chaleur), notamment les choux fétides (genre <i>Symplocarpus</i>). Les choux fétides peuvent générer suffisamment de chaleur pour faire fondre la neige au début du printemps et sont parmi les plantes fleurissant les premières dans l'Est de l'Amérique du nord et dans l'Est de l'Asie. Elles sont pollinisées par les mouches et d'autres insectes charognards qui sont affamés après un long hiver et attirés par leurs fleurs odorantes et chaudes.		
Figure 1. Porcelets KI âgés de 15 jours 	Figure 2. Une inflorescence (structure florale) de <i>S. foetidus</i>. L'inflorescence est constituée de deux parties : L'inflorescence est composée de deux parties : la colonne spadix, portant de multiples fleurs, abritées dans le spathe. 	

Section 2 - Synthèse

Page 2/2

Points

Figure 3. Imagerie thermique des porcelets WT et KI (voir figure 1) après 0 et 4 heures de présence à 4°C. Le bleu et le vert indiquent des parties plus fraîches ; le rose et rouge des parties plus chaudes. Les régions encadrées par des pointillés sont les régions majeures des tissus graisseux chez les porcs.

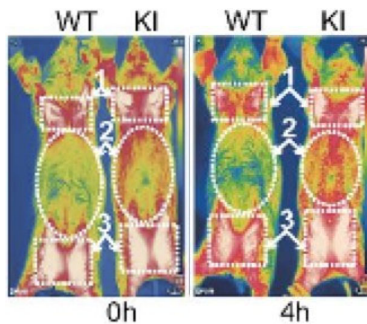


Figure 4. Imagerie thermique d'une inflorescence de *Symplocarpus* (voir figure 2 pour la terminologie).

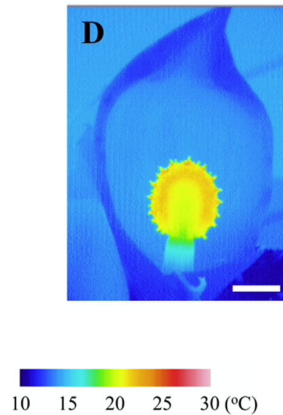


Figure 5. Electrophorèse protéique pour détecter l'expression de gènes dans les tissus graisseux des porcs WT et KI. Les numéros 1, 3 et 2 correspondent aux régions des tissus graisseux visibles dans la figure 3. Le fragment représentant UCP1 est indiqué par une flèche

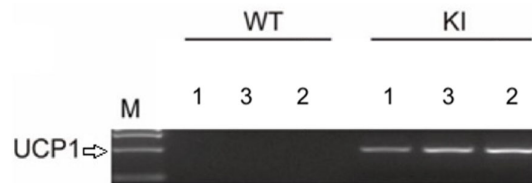
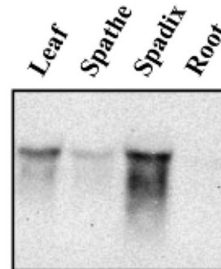


Figure 6. Analyse de l'expression (par électrophorèse protéique) de gènes UCP chez *Symplocarpus renifolius*, lors de la phase thermogénique de la floraison.



En se référant à toutes les informations fournies dans la section 2 ainsi qu'aux connaissances :

- Identifier où la thermogénèse due à UCP1 a lieu chez les porcs KI et les choux fétides
- Expliquer comment cette chaleur est générée et déduire la conséquence sur la production d'ATP.
- Déterminer si l'approche des scientifiques qui ont créé les porcs KI représente une solution raisonnable au coût de la production de porc (justifier le raisonnement).
- Discuter comment cette méthode de génération de chaleur a pu évoluer indépendamment dans des lignées différentes (mammifères et choux fétides).

4

18

7

7

BACCALAUREAT EUROPEEN 20XX : BIOLOGIE

Section 3 - Essai		
Page 1/1		Points
Déterminez comment la population humaine mondiale peut atteindre une immunité collective contre une maladie émergente, à partir de l'identification de l'agent pathogène. Votre essai doit couvrir les liens entre <u>au moins trois des domaines suivants</u> : évolution, écologie, épidémiologie, contextes politiques/sociaux, aspects durables ou immunologie.		25

Grille de correction

Section 1 - Exercice guidé. 34 points

LA PROTEINE P53 – “GUARDIENNE DU GENOME”

- a) **1 point.** Les différentes formes d'un gène/différentes versions d'un gène (1 KC).
- b) **4 points.** LFS montre un modèle typique d'hérédité à dominance autosomale car:
- le caractère apparaît à chaque génération (1 Ana)
 - chaque personne affectée par le caractère a un parent affecté (1 Ana)
 - quand une branche de la famille n'exprime pas le caractère, celui-ci n'apparaît pas dans les générations suivantes de cette branche, ex III2 et ses descendants **ou** le caractère ne saute jamais une génération (1 Ana)
 - les mâles and femelles sont affectés approximativement en nombre égal, et les males peuvent hériter le caractère de leur père (proband), ce qui ne serait peut-être pas le cas si le caractère dépendait du chromosome X (1 Ana)
- c) **4 points.** La description doit inclure :
- Transcription: de l'ADN à ARNm dans le noyau (1 KC)
 - Traduction : de l'ARNm aux acides aminés, se produit au niveau des ribosomes (1 KC)
 - l'ordre des nucléotides du gène détermine les acides aminés du polypeptide/de la protéine (1 KC)
 - Migration et modifications post-traductionnelles des protéines dans l'appareil de Golgi (1 KC)
- d) **4 points.** Lymphocytes tueurs/cytotoxiques (1 KC) détruisent les cellules cancéreuses directement par la production de cytokines et/ou perforines et/ou en commandant l'apoptose chez ces cellules (1 KC). Les lymphocytes T auxiliaires (1 KC) activent les cellules effectrices spécifiques de l'antigène et recrutent des cellules de la réponse immunitaire innée, déclenchant la réponse à médiation humorale (1 KC).
- e) **2 points.** Les organismes doivent être capables de répondre à des circonstances individuelles et des conditions variées, et ne peuvent pas juste appliquer des programmes inamovibles (1 App). Les protéines régulatrices comme mdm2 activent ou répriment des gènes en réponse à des informations génétiques, développementales et/ou environnementales (1 KC).
- f) **2 points.** La mutation doit être au codon pour le 90ème acide amine (1 Ana) dans la région PRD du gène de type sauvage (1 Ana).
- g) **3 points.** La forme de la protéine du type sauvage (A) est plus longue, 393 acides aminés ; La forme mutée (B) est plus courte, 120 acides aminés (1 App). Puisque la protéine continue à AA 90-AA120, mais avec une structure incorrecte, il doit y avoir une modification au niveau de l'ADN entraînant un codon stop à la position de l'acide aminé 121 (1 App). Suggestions possibles : une simple insertion ou délétion d'une base, ou une insertion ou délétion de toute une portion du gène, ou toute autre proposition qui change la séquence des acides aminés (en fait il y a une délétion de quatre bases impossibles à déduire de la figure) (1 App).
- h) **1 point.** Les exons sont les sections de la séquence de l'ADN/ARNm transcrit qui codent pour les acides aminés/protéines (1 KC).
- i) **3 points.** Les gènes sont faits d'introns (régions non codantes et d'exons, qui sont tous transcrits pour produire l'ARN primaire (1 KC). Les spliceosomes coupent les introns et lient

les exons du transcrit primaire pour former l'ARNm pour une protéine donnée (1 KC). Le gène peut permettre un épissage alternatif : les splicéosomes peuvent joindre différentes combinaisons d'exons pour produire des ARNm différents et donc différentes protéines, à partir du même transcrit primaire (1 KC).

- j) **2 points.** Pénétrance : la proportion des individus au sein d'une population qui ont un allèle donné d'un gène et qui expriment cet allèle/caractère relatif (1 KC). Héritabilité : la proportion de variation d'un caractère particulier attribuable à des facteurs génétiques (1 KC).
- k) **2 points.** La pénétrance la plus haute du cancer du sein revient au cancer du sein chez les femmes : 0.35 à l'âge de 65 ans (1 Ana). Le sarcome chez l'homme et la femme a la pénétrance la moins élevée à approximativement 0.1 à l'âge de 40 ans et donc le risque le plus faible de développer ces cancers (1 Ana).
- l) **6 points.** Toute réponse bien argumentée qui se réfère aux figures 4 et 5 (6 App).

Question	Objectifs d'apprentissage	Total points	K/C +/- 50%	App +/- 30%	Ana +/- 20%
a)	6.3.1-2 (7.3.1)	1	1		
b)	6.3.1 (7.3.1)	4			4
c)	7.1.2	4	4		
d)	7.2.1	4	4		
e)	7.3.1	2	1	1	
f)	6.3.1 (7.3.1)	2			2
g)	6.3.1 (7.3.1)	3		3	
h)	7.1.2	1	1		
i)	7.1.2	3	3		
j)	7.3.1	2	2		
k)	7.3.1	2			2
l)	7.3.1	6		6	
TOTAL		34	16	10	8
%			47%	29%	24%

Section 2. Synthèse. 36 points.

La réponse à chaque question doit mentionner les documents spécifiques utilisés pour répondre à cette question.

- a) **4 points.** La **figure 3** montre que la thermogénèse se produit dans les tissus gras/adipeux chez les porcs KI, et plus spécifiquement ceux de la région 2 (1 Ana), qui est significativement plus chaude que chez les porcs WT (1 Ana). Les **figures 4 and 8** montrent que la thermogénèse a lieu dans le spadix chez les choux fétides (1 Ana), qui est plus chaude de 10 à 12 degrés que dans le spathe et l'environnement proche. (1 Ana).
- b) **18 points.** La chaîne de transport des électrons de la membrane interne contribue à former un gradient de protons de part et d'autre de celle-ci. (1 KC). Normalement, les protons circulent selon ce gradient depuis l'espace intermembranaire vers la matrice via l'ATP synthase (1 KC). Dans ce cas-ci cependant la protéine canal UCP1 permet un processus alternatif pour égaliser les concentrations (1 App).

Dans ce cas-là cependant, au lieu d'être transformé en énergie chimique, l'énergie est simplement dissipée sous forme de chaleur. Les éléments attestant ce fait sont les suivants :

- **Figures 5 and 6:** les protéines UCP sont présentes dans tous les tissus thermogéniques (les tissus gras des porcs KI et le spadix des choux fétides) (1 App); tandis qu'ils ne sont pas présents dans les tissus gras des porcs WT (**figure 5, 1 Ana**), et sont absents ou très peu présents dans la feuille, le spathe et la racine des choux fétides (**figure 6, (2 Ana)**).
- **Figure 7:** la consommation de O₂ chez les porcs KI en respiration maximale (que l'on s'attend à observer chez les animaux froids) (1 App) est significativement plus élevée que chez les porcs WT (1 Ana), indiquant que l'CTE dans la mitochondrie (dont l'accepteur ultime est le dioxygène) est significativement plus active chez les porcs KI (1 Ana).
- **Figure 8:** la production de CO₂ dans le spadix de *S. renifolius* varie inversement avec la température ambiante (1 Ana), et est plus élevée lorsque la différence entre la température du spadix et de l'air ambiant est la plus forte (1 Ana). Le CO₂ est produit dans le cycle de Krebs (1 KC), donc cela indique que l'activité mitochondriale (1 App) est la plus élevée à ce moment-là (1 App).

L'effet de la protéine UCP sur la production d'ATP: les protéines UCPs offrent un processus alternatif pour le flux de proton dans le sens du gradient (1 App), réduisant le flux de protons passant au travers du complexe ATP synthase (1 App), il en résulte que si les protéines UCP sont actives, alors la production d'ATP dans la mitochondrie, où celles-ci sont présentes, en sera diminuée. (1 App).

- c) **7 points.** Toute réponse bien réfléchie prenant en compte les informations présentes dans le sujet. Les aspects possible à considérer : soutenabilité du fait d'une moindre consommation d'énergie consommée pour la production de viande de porc; efficacité augmentée pour l'agriculture; considérations éthiques/politiques/soutenables pour l'agriculture industrielle; considération du bien-être animal; considérations éthiques/scientifiques/politiques/soutenables concernant les OGM (2 KC, 4 App, 1 Ana)
- d) **7 points.** Toute réponse bien réfléchie prenant en compte les informations présentes dans le sujet, exemple : la présence des protéines UCP chez les mammifères et les plantes indiquerait que c'était une part du génome de leur ancêtre commun aux deux taxons, même si leur fonction originelle n'avait peut-être rien à voir avec la thermogénèse. Si ces protéines sont communément utilisées pour la thermogénèse chez les mammifères, celles-ci ont dû

avoir cette fonction chez les animaux ou bien évolué chez un ancêtre des mammifères dans ce sens, mais ont été perdues dans la lignée des porcs, où leur fonction dans les climats chauds était inutile. La plupart des végétaux ne les utilisent apparemment pas pour la thermogénèse, mais une variation servant cette fonction a dû se produire chez les ancêtres des choux fétides, leur donnant ainsi un avantage sélectif en leur permettant de fleurir et d'attirer les pollinisateurs plus tôt que d'autres plantes à fleur au printemps. (2 KC, 4 App, 1 Ana)

Question	Objectifs d'apprentissage	Total points	KC	App	Ana
a)	Concepts transversaux 3, 4, 5	4			4
b)	6.1.1, 6.1.3, 6.1.5, 7.1.1	18	3	8	7
c)	concepts transversaux 5, 6, 7	7	2	4	1
d)	6.3.2, 6.3.3, 7.3.2	7	2	4	1
TOTAL		36	7	16	13
%			19.5%	44.5%	36%

Section 3. Essai. Rubrique d'évaluation.

Le candidat...

i. ...a un point de vue cohérent , exprimé dans un développement clair, cohérent et spécifique.

5 points	4 points	3 points	2 points	0–1 point
développement clair, cohérent et spécifique	développement globalement clair, cohérent et spécifique	développement non entièrement clair, cohérent et spécifique	développement non clair/ incohérent	pas d'exposé reel.

ii. ...a organisé un essai structuré, en reliant entre les différentes sections (introduction, développement, conclusion) entre elles et au tout

5 points	4 points	3 points	2 points	0–1 point
bien organisé, relations entre sections évidentes; connexions claires faites entre les différentes parties du programme : le lecteur n'est jamais perdu	globalement bien organisé, avec des connexions visibles entre les parties du programme; le lecteur suit sans grand effort	montre un plan évident, mais d'une organisation peu claire en termes de parties ; fait quelques connexions entre les parties du programme ; le lecteur suit avec un certain effort	l'organisation de l'essai est non claire; les connexions ne sont pas visibles entre les différentes parties du programme, le lecteur est souvent perdu	pas d'organisation apparente

iii. ...justifie ses assertions avec des connaissances factuelles en utilisant des informations correctes et appropriées provenant du programme et de ses objectifs d'apprentissage

13–15 points	10–12 points	7–9 points	4–6 points	0–3 points
rassemble des faits de tous les domaines pertinents relatifs à la question et les relie les uns aux autres ; présente les données dans des formats clairs et appropriés	bonne maîtrise des faits dans la plupart des domaines pertinents pour la question, avec certaines relations entre eux ; données présentées dans des formats appropriés	capable d'apporter une certaine connaissance factuelle à chaque domaine pertinent avec une certaine relation entre eux ; données présentées dans des formats compréhensibles	connaissances factuelles insuffisantes et/ou incorrectes ; données présentées de manière inappropriée ou peu claire	peu ou pas de maîtrise des informations factuelles ; données absentes ou inappropriées

Sources

Section 1: Exercice guidé

Figure 1: Frederick P. Li and Joseph F. Fraumeni, “Soft-Tissue Sarcomas, Breast Cancer, and Other Neoplasms: A Familial Syndrome?” *Annals of Internal Medicine* 71, no. 4 (October 1, 1969): 747, <https://doi.org/10.7326/0003-4819-71-4-747>.

Figure 2: Whole-exome analysis of a Li–Fraumeni family trio with a novel *TP53* PRD mutation and anticipation profile. Sara Franceschi et al. *Carcinogenesis*, Volume 38, Issue 9, September 2017, Pages 938–943, <https://doi.org/10.1093/carcin/bgx069>

Figure 3: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:P53.png>

Figure 4: Penetrance of Different Cancer Types in Families with Li-Fraumeni Syndrome: A Validation Study Using Multicenter Cohorts. Seung Jun Shin et al. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-19-0728 Published January 2020

Figure 5: Katherine Schneider et al., “Li-Fraumeni Syndrome,” in *GeneReviews*®, ed. Margaret P. Adam et al. (Seattle (WA): University of Washington, Seattle, 1993), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1311/>.

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000018615550/

David Malkin, “Li-Fraumeni Syndrome,” *Genes & Cancer* 2, no. 4 (April 2011): 475–84,

<https://doi.org/10.1177/1947601911413466>.

Sabine Rudnik-Schöneborn et al., “Stellungnahme zur Genetischen Diagnostik bei Kindern und Jugendlichen”

(Deutsche Gesellschaft für Humangenetik e.V./German Society of Human Genetics, August 1, 2013),

https://www.gfhev.de/de/leitlinien/LL_und_Stellungnahmen/2013_08_01_Stellungnahme%20Kinder%20und%20Jugendliche.pdf.

Section 2: Synthèse

Figures. 1, 3, 5, 7: Qiantao Zheng et al., ‘Reconstitution of UCP1 Using CRISPR/Cas9 in the White Adipose Tissue of Pigs Decreases Fat Deposition and Improves Thermogenic Capacity’, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, no. 45 (7 November 2017): E9474–82, <https://doi.org/10.1073/pnas.1707853114>.

Figure 2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eastern_Skunk_Cabbage_Takemori_Koshu-City_A.JPG.

Figures 4, 6: Yoshihiko Onda et al., ‘Functional Coexpression of the Mitochondrial Alternative Oxidase and Uncoupling Protein Underlies Thermoregulation in the Thermogenic Florets of Skunk Cabbage’, *Plant Physiology* 146, no. 2 (1 February 2008): 323–24, <https://doi.org/10.1104/pp.107.113563>.

Figure 8: Roger S. Seymour, Gemma Lindshau, and Kikukatsu Ito, ‘Thermal Clamping of Temperature-Regulating Flowers Reveals the Precision and Limits of the Biochemical Regulatory Mechanism’, *Planta* 231, no. 6 (1 May 2010): 1291–1300, <https://doi.org/10.1007/s00425-010-1128-7>.

Annex 3 – Épreuve orale – Fiche d'évaluation

École européenne de

Student/Élève/Schüler : Class/Classe/Klasse:

Examiner/Examineur/Examinator :

Note	Évaluation en accord avec les descripteurs de niveaux atteints
9.0-10 Excellent	Le candidat a une vision globale de la biologie. Il peut traiter facilement des données et déployer des techniques d'analyse variées, les deux sans aucune aide. Il montre une maîtrise des contenus et du vocabulaire du programme au meilleur niveau et au-delà. Il est à l'aise dans l'analyse de problèmes non familiers et peut proposer des expériences imaginatives ou des démarches d'investigation. Il a clairement et concisément organisé ses réponses pour résoudre les problèmes et répondu avec aisance au cours de la discussion qui a suivi.
8.0-8.9 Très bien	Le candidat a une vision globale de la biologie et peut traiter des données et déployer des techniques d'analyse variées avec une petite aide. Il montre une maîtrise des contenus et du vocabulaire complète du programme. Il est capable d'analyser des problèmes non familiers et peut proposer des démarches d'investigation. Il a bien organisé ses réponses pour résoudre les problèmes et a su répondre de manière appropriée au cours de la discussion qui a suivi.
7.0-7.9 Bien	Le candidat comprend et possède des compétences avérées dans l'appréhension des données et les techniques d'analyse, basées sur des connaissances solides des contenus et du vocabulaire du programme. Il peut analyser des problèmes non familiers et suggérer une démarche d'investigation avec une aide minimale des examinateurs. Il a correctement organisé ses réponses pour résoudre les problèmes et a su répondre au cours de la discussion qui a suivi, aidé par les examinateurs.
6.0-6.9 Satisfaisant	Le candidat montre une compréhension des principaux domaines couverts par le programme, utilise un vocabulaire correct et cite des faits pertinents. Il est capable d'utiliser des données et d'appliquer des techniques d'analyse avec de l'aide des examinateurs. Il requiert de l'aide pour analyser des problèmes non familiers ou pour suggérer une démarche d'investigation. Il a préparé et structuré ses réponses pour résoudre les problèmes dans le temps imparti et a été capable de répondre au cours de la discussion qui a suivi, guidé par les examinateurs.
5.0-5.9 Suffisant	Le candidat montre une compréhension dans chaque section majeure du programme et est capable d'utiliser des données et d'appliquer des techniques d'analyse présentes dans celles-ci, avec une aide des examinateurs. Il emploie globalement un vocabulaire correct et est capable de rappeler des faits basiques relatifs à une question. Aidé par les examinateurs, il peut analyser des problèmes familiers et suggérer au moins une démarche d'investigation. Il a préparé et présenté de manière cohérente des réponses à tous les problèmes posés. Il est capable de suivre au moins un point de la discussion, guidé par les examinateurs.
3.0-4.9 Échec/ Insuffisant	Le candidat présente des lacunes dans les connaissances d'une ou de plusieurs sections du programme et est incapable d'utiliser avec succès les données ou d'appliquer les techniques d'analyse de celui-ci, même pour des problèmes familiers et avec l'aide substantielle des examinateurs. Il présente des lacunes dans le vocabulaire et/ou les connaissances factuelles qui ne sont pas comblées après l'aide des examinateurs. Les réponses n'ont pas été préparées pour toutes les questions et/ou le candidat n'est pas en mesure de répondre dans le temps imparti. Capacité minimale ou possibilité de suivre la discussion.
0-2.9 Échec/ Très insuffisant	Le candidat présente des lacunes importantes dans la plupart des parties du programme et est incapable d'utiliser avec succès les données ou d'appliquer des techniques d'analyse, même avec l'aide substantielle des examinateurs. Lacunes importantes dans le vocabulaire et les connaissances factuelles. Les réponses sont largement absentes, incorrectes, hors sujet, désorganisées et/ou en dehors du temps imparti. Il n'y a pas de possibilité de discussion complémentaire.
Final mark: Note finale: Endnote:	

Date/Date/Datum: Signature/Signature/Unterschrift: