

ÉDITIONS
LOISIRS
ET PÉDAGOGIE
apprendre

BIOLOGIE

NOTIONS FONDAMENTALES SII

CORRIGÉ DES EXERCICES

Edité par Dr Harald Kähler



Edition originale allemande

Biologie heure SII

© 2011 Schroedel. Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann
Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig

Responsable éditorial

D^r Harald Kähler

Auteurs

Prof. D^r Diethard Baron, Penzberg ; D^r Jürgen Braun, Neulingen ; Saskia Entelmann, Achim ; Uwe Hector, Bielefeld ; D^r Ingeborg Heil, Aachen ; Werner Hielen-Knabe, Frechen ; Petra Hildebrand-Hofmann, Otterberg ; Heinrich Joußen, Nideggen-Wollersheim ; D^r Jürgen Nieder, Bonn † ; D^r Andreas Paul, Hamburg † ; D^r Eckhard Philipp, Berlin ; Bernhard Sieve, Hannover ; Prof. D^r Frank Thomas, Trier ; Michael Walory, Münster ; Rolf Wellinghorst, Quakenbrück ; Christian Wendel, Vechta ; Elsbeth Westendorf-Bröring, Vechta

Rédaction

Ulrike Wallek

Illustrations

Brigitte Karnath

Supervision de l'édition française

D^r René Gfeller, D^r Peter Landolt

Traduction

Arlette Bochud, D^r Carine Hirschi, Catherine Pfefferli, Valentine Renevey

Mise en page

Macgraph, Yves Gabioud, Puidoux

Tous droits réservés. La reproduction d'un extrait quelconque de ce livre, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, en particulier par photocopie et par microfilm, est interdite sans l'autorisation écrite de l'éditeur. Ni l'ouvrage dans son ensemble ni un extrait quelconque ne peut être scanné et mis à disposition dans un réseau sans une telle autorisation. Cela est également valable pour les réseaux Intranet des écoles et autres institutions de formation.

A plusieurs reprises dans les pages de ce livre sont indiqués des liens qui renvoient à des adresses internet. Un contrôle minutieux du contenu de ces sites a été effectué. Cependant, nous déclinons toute responsabilité concernant la validité des adresses ou des contenus des sites externes. Seuls leurs administrateurs respectifs en sont responsables. Si, en consultant les adresses indiquées, vous deviez arriver sur des sites payants, illégaux ou au contenu contraire à la bienséance, nous vous prions de nous en informer immédiatement par e-mail pour que ces renvois soient supprimés lors de la prochaine édition.

Edition 2013

© LEP Loisirs et Pédagogie SA, 2013

Le Mont-sur-Lausanne

ISBN 978-2-606-01278-6

LEP 935118A1

I 1213 xxxxx

Imprimé en Suisse

www.editionslep.ch

Sommaire

Domaines de compétences en biologie ...	4
Qu'est-ce que la biologie?	6
Les concepts de base des sciences naturelles	6
Niveaux d'organisation biologique	8
Cytologie	9
1 Structures cellulaires	9
2 Constituants chimiques des cellules ...	19
Métabolisme	27
1 Les enzymes, agents du métabolisme ...	27
2 Le catabolisme et la respiration cellulaire	31
3 Les voies métaboliques de la photosynthèse	40
Génétique	51
1 Reproduction et hérédité	51
2 Les bases moléculaires de la génétique ..	55
3 Des gènes aux protéines	59
4 La génétique du développement	67
5 La génétique des bactéries et des virus ..	75
6 Le génie génétique	78
7 La génétique humaine	85
Immunologie	97
1 Le système immunitaire	97
Neurobiologie	105
1 Structure et fonction des cellules nerveuses	105
2 La perception	114
3 Traitement de l'information	118
4 Régulation hormonale et régulation nerveuse	124
Ecologie	131
1 Influence des facteurs biotiques et abiotiques sur les êtres vivants	131
2 Facteurs abiotiques	131
3 Facteurs biotiques	138
4 Ecologie des populations	141
5 Ecosystèmes	142
6 Concepts de développement durable ...	155
7 Mise en danger et protection de la biosphère	158
Evolution	162
1 Théories de l'évolution	162
2 Les indices de l'évolution	164
3 Les mécanismes de l'évolution	171
4 La spéciation	176
5 La phylogénie de la vie.	178
6 L'évolution de l'Homme	184
Source des images	192

Domaines de compétences en biologie

		Connaissances spécifiques (F)	Compétences (E)
Domaines de compétences	I	<ul style="list-style-type: none"> Restituer des connaissances de base (connaissance de données et de faits, des relations entre eux, et des méthodes pertinentes) 	<ul style="list-style-type: none"> Recourir à des méthodes et à des modèles connus pour aborder des cas similaires Décrire des observations macro- et microscopiques Décrire les expériences réalisées et en faire un rapport Réaliser une expérience selon le protocole donné et effectuer des préparations microscopiques Utiliser de manière pertinente et adéquate des programmes informatiques connus
	II	<ul style="list-style-type: none"> Appliquer les concepts de base à des situations nouvelles Dans le cadre d'une question donnée, représenter des processus biologiques complexes avec exactitude, de manière pertinente, structurée et autonome 	<ul style="list-style-type: none"> Sélectionner et mettre en relation des données, des faits et des méthodes connus pour en tirer de nouvelles connaissances Tirer de manière ciblée des informations pertinentes à partir de données de base complexes ou de publications scientifiques Extrapoler des concepts à partir de modèles, et les adapter à la réalité Appliquer des expériences et des méthodes de travail connues dans des situations nouvelles Analyser des résultats de nouvelles expériences au moyen de connaissances acquises par ailleurs
	III	<ul style="list-style-type: none"> Développer la capacité à aborder des phénomènes biologiques de manière autonome, comme planifier une expérience adéquate ou imaginer une expérience virtuelle 	<ul style="list-style-type: none"> Traiter de manière autonome et cohérente différentes données en rapport à une question que l'on aura soi-même définie Développer un modèle complexe ou modifier soi-même un modèle existant Développer des hypothèses fondées en se basant sur des faits, des résultats d'expérience, des données de base ou des modèles

Les données de tous les exercices qui suivent se rapportent à l'une ou l'autre des rubriques F, E, K et B précédentes ; pour chacune d'elle, la sous-rubrique I, II, ou III est aussi indiquée.

Communication (K)	Evaluation (B)		Domaines de compétences
<ul style="list-style-type: none"> Tirer des informations à partir de textes scientifiques et les traduire en schémas simples (arbres, organigrammes, etc.) Représenter par écrit des données, des tableaux, des diagrammes, des dessins en utilisant le vocabulaire spécifique adéquat 	<ul style="list-style-type: none"> Mettre en relation des connaissances de base et des situations complexes (connaissances de données et de faits, de leurs relations et des méthodes pertinentes) 	I	
<ul style="list-style-type: none"> Représenter avec un certain degré d'abstraction des phénomènes biologiques, comme dessiner schématiquement une préparation microscopique et en donner une interprétation Faire une différence entre représentations populaires et connaissances scientifiques 	<ul style="list-style-type: none"> En relation avec des faits biologiques connus, juger et évaluer des situations avec une composante éthique ou sociale, ou des enjeux environnementaux 	II	
<ul style="list-style-type: none"> Argumenter à partir de données brutes potentiellement équivoques: traiter les données, analyser les causes d'erreurs et faire des liens entre les résultats obtenus Réfléchir de manière critique à des concepts biologiques à la lumière d'informations et d'observations complexes et contradictoires 	<ul style="list-style-type: none"> Réfléchir à des faits biologiques qui touchent à la représentation de l'être humain Juger et évaluer des applications biologiques de manière différenciée et en lien avec le matériel utilisé 	III	

Qu'est-ce que la biologie ?

Page 10

- 1 Indiquez si les affirmations suivantes correspondent à une observation scientifique, à une hypothèse, à une connaissance ou à une théorie: F/I
- « Les orang-outans sont végétariens. »
(Connaissance)
 - « Les orang-outans sont des parents proches des humains. » (Théorie)
 - « Les orang-outans utilisent des outils. »
(Observation scientifique)
 - « Les orang-outans sont des animaux hautement intelligents. » (Hypothèse)
 - « Les orang-outans sont des animaux nobles. »
(Jugement subjectif)

Les concepts de base des sciences naturelles

Page 11

- 1 Expliquez les concepts biologiques de base en prenant comme modèle le cas de l'orang-outan. F/I
- Structure et fonction:* Les orang-outans adultes ont des bras qui peuvent mesurer jusqu'à 2 m de long et possèdent des mains puissantes munies de longs doigts agiles. De par leur constitution, ils sont particulièrement adaptés à se suspendre aux branches. Dans les cimes des arbres, ils trouvent facilement de quoi s'accrocher et peuvent sans problème y partir en quête de nourriture, p. ex. de fruits. Il arrive que des orang-outans passent toute une journée dans un même arbre s'il est chargé de fruits.
- En plus d'un large disque facial, les orang-outans mâles développent avec l'âge une grande poche gulaire qui amplifie les vibrations lorsqu'ils crient, si bien que l'on peut entendre un mâle jusqu'à une distance d'environ 2 km. L'orang-outan de Bornéo possède une plus grande poche gulaire que l'orang-outan de Sumatra ce qui fait que les cris du premier sont plus forts et durent plus longtemps.

Reproduction: Les femelles atteignent leur maturité sexuelle entre 7 et 10 ans et celle-ci cesse aux alentours de 30 ans. En moyenne, une grossesse survient tous les 3 à 6 ans et c'est en règle générale un seul

petit qui vient au monde après une gestation de 235 à 270 jours. Vu que les orang-outans n'ont pas de période spécifique d'accouplement, la reproduction peut avoir lieu tout au long de l'année. Elle peut par contre être influencée par la quantité de nourriture à disposition. Il arrive que, si les conditions d'approvisionnement sont bonnes, plusieurs femelles d'une même région mettent bas en même temps. Les nouveau-nés pèsent entre 1,5 et 2 kg. La mère allaite son petit pendant environ 3 ans avant que celui-ci ne devienne complètement indépendant autour de 7 ou 10 ans. Les mâles quant à eux ne s'occupent pas d'élever leur progéniture. Ils atteignent leur maturité sexuelle entre 8 et 15 ans. Sitôt que les mâles sont matures sexuellement parlant, ils passent de longues périodes à être « voyageurs ». Durant cette période, ils ne sont pas encore capables de se reproduire mais ils contraignent toutefois des femelles à copuler. Extérieurement, ils ne sont pas encore différenciables d'une femelle. C'est entre 15 et 20 ans environ qu'apparaissent les caractères sexuels secondaires typiques comme le disque facial et la poche gulaire.

Compartmentation: Comme pour tous les animaux, le corps de l'orang-outan est divisé en appareils et organes bien séparés les uns des autres. C'est dans ces différents compartiments que se déroulent les divers processus physiologiques. Le cœur par exemple fait circuler le sang dans le corps par des contractions cadencées et assure ainsi l'irrigation des autres organes, le poumon sert à la respiration de l'orang-outan, le foie est responsable entre autres de la dégradation et de l'élimination des produits résultant du métabolisme et des substances toxiques, et c'est dans l'estomac qu'ont lieu les processus de digestion.

Coordination et régulation: Chez l'orang-outan comme chez tous les animaux, les processus de développement, le métabolisme et les réactions à l'environnement sont provoqués et régulés par les hormones et les cellules nerveuses. Grâce à cela, l'homéostasie du milieu interne est maintenue, de telle manière à réunir les conditions optimales pour le déroulement des processus vitaux. Ainsi par exemple, chez les orang-outans, la température du corps est spécifique et maintenue à une valeur constante.

Transformation de substances et d'énergie: Les orang-outans se nourrissent principalement de végétaux. Les fruits constituent la majeure partie de leur nourriture (60%), même si souvent ils mangent des fruits avec

des graines et une écorce dure. Ils ont une préférence pour les fruits à haute teneur en glucides ou en lipides. On peut noter que les graines des fruits mangés sont en partie excrétées intactes et disséminées plus loin, si bien que l'orang-outan joue également un rôle important dans la reproduction des plantes locales. Des jeunes pousses, des écorces d'arbres, des feuilles ou des lianes font en outre partie de leur éventail de nourriture. Il arrive que des orang-outans mangent également des insectes, des œufs d'oiseaux ou de petits vertébrés, mais ces types de nourriture ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire. Les orang-outans étanchent leur soif grâce au liquide contenu dans les fruits et grâce à l'eau de pluie accumulée dans les creux des arbres et des branches. Ils plongent leurs mains dans l'eau, les relèvent au-dessus de leur tête et en laissent tomber les gouttes dans leur bouche.

Information et communication : En général, les orang-outans se comportent de manière plus calme que d'autres espèces de grands singes. Les cris forts et prolongés des mâles qui sont amplifiés par leur grande poche gulaire sont particulièrement remarquables. Ces sons servent à tenir les mâles subalternes à l'écart du territoire d'un mâle dominant. Si des orang-outans mâles adultes se croisent, cela peut donner lieu à des comportements agressifs d'intimidation, à des prises en chasse et à des combats au sol. Il arrive cependant qu'un mâle adulte tolère un plus jeune à proximité, pour autant que celui-ci reste à une distance suffisante. Pendant la période d'accouplement, les cris servent également à attirer les femelles. L'orang-outan de Bornéo vit en solitaire alors que celui de Sumatra accepte de vivre en petits groupes. A Sumatra, à l'exception des mâles subalternes qui restent seuls, les orang-outans se déplacent en groupe. Ainsi par exemple, des femelles amies se regroupent souvent et développent des rapports sociaux.

Variabilité et adaptation : Les individus qui font partie d'une espèce donnée montrent de grandes ressemblances phénotypiques. On peut donc reconnaître clairement les orang-outans et les identifier comme tels. Ils présentent des caractéristiques spécifiques à leur espèce qui démontrent combien ils sont adaptés à la vie dans la forêt tropicale. Leurs longs bras et leurs doigts leur permettent par exemple de se déplacer dans les cimes des arbres. Et pourtant, chaque individu est en même temps unique et se distingue par des caractéristiques particulières qui renvoient à une diversité au sein de la population.

Une haute variabilité est très avantageuse pour la conservation de l'espèce et pour sa capacité d'adaptation aux changements de l'environnement. Pour les deux espèces d'orang-outans qui vivent isolées l'une de l'autre sur les îles de Bornéo et de Sumatra, on a pu constater que le patrimoine génétique des 50 000 orang-outans de Bornéo présente une faible diversité génétique. Les orang-outans de Sumatra, qui disposent d'un habitat très étendu, sont très peu nombreux : environ 7 000 individus. Ils se différencient cependant génétiquement parlant bien davantage les uns des autres.

Evolution et parenté : Avec le gorille, le chimpanzé commun, le bonobo et l'être humain, l'orang-outan fait partie de la famille des grands singes (hominidés). Entre 15 et 14 MA (millions d'années) avant le présent, les orang-outans se sont séparés de la lignée évolutive qui a conduit aux hominidés africains, humains inclus. On considère le *Sivapithecus* de l'Asie du sud qui remonte au Miocène supérieur, entre 12 et 9 MA, comme l'ancêtre de l'orang-outan au vu de leurs grandes similitudes anatomiques. On connaît de plus des exemplaires gigantesques de l'orang-outan qui remontent au Pléistocène, il y a environ 1 MA. Le *Gigantopithecus* de Chine semble en être un proche parent.

Informations supplémentaires : Une grande équipe scientifique internationale a publié le 27 janvier 2011 la séquence complète du génome d'une femelle orang-outan de Sumatra dans la revue britannique «Nature». Des analyses montrent que le génome de l'orang-outan est étonnamment stable. Au cours de l'évolution, des réarrangements du génome ou des duplications de gènes ont été apparemment bien plus rares chez l'orang-outan que chez le chimpanzé ou chez l'humain. On peut donc en déduire que les orang-outans sont plus proches génétiquement parlant de ce que l'on suppose être l'ancêtre commun des hominidés.

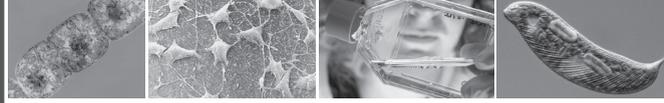
Des études de génétique moléculaire montrent qu'environ 97 % du patrimoine génétique de l'orang-outan correspond à celui de l'humain. Pourtant, parmi les grands singes, ce sont ceux qui nous ressemblent le moins : les gènes du gorille diffèrent des nôtres seulement de 1,7 % et ceux du chimpanzé seulement de 1,2 %.

Niveaux d'organisation biologique

Page 13

- 1 Enumérez les composantes essentielles du système « cellule » et expliquez en quoi les cellules représentent un système ouvert et dynamique. F/II
- Des constituants essentiels du biosystème "cellule" sont par exemple: le noyau, les mitochondries, les ribosomes, le réticulum endoplasmique (lisse et rugueux), le cytoplasme, l'appareil de Golgi, la membrane plasmique, les lysosomes; pour des cellules végétales, on a encore: les plastides (chloroplastes, leucoplastes, chromoplastes), la vacuole, la paroi cellulaire.
- Les cellules sont des systèmes ouverts et dynamiques. Leur ouverture se manifeste dans le fait qu'elles obtiennent aussi bien la matière que l'énergie de leur environnement. En même temps, elles sont aussi capables de lui rendre de la matière et de l'énergie. Pour ces échanges de substances et d'énergie, elles disposent de mécanismes performants. Par l'endocytose, elles peuvent absorber des particules, et par l'exocytose, rejeter des particules à l'extérieur. Au lieu de particules solides, des gouttes de liquide peuvent également être transportées. Des ions et des molécules dissoutes peuvent également passer à travers la membrane plasmique par des systèmes de diffusion facilitée.
- La dynamique des systèmes cellulaires est illustrée par les mouvements cytoplasmiques permettant la formation de pseudopodes ou la phagocytose de particules, par la cyclose dans de nombreuses cellules végétales ou par la contraction des structures musculaires.

- 2 Montrez, en prenant le cas d'un écosystème, qu'un système biologique perd ses propriétés si des éléments importants sont détruits. F/II
- Un écosystème est un biosystème constitué d'un biotope et d'une biocénose. Il est caractérisé par des cycles métaboliques dans lesquels la formation, la dégradation et la transformation des substances organiques de la biocénose sont reliées les unes aux autres.
- Prenons l'exemple de la forêt tropicale où vivent les orang-outans. Les éléments pertinents de cet écosystème sont: l'ensoleillement ($100\,000 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{jour}$), la végétation (plantes ombrophiles aux larges feuilles), la canopée (à une hauteur de 70 m) et une forte spécialisation des animaux pour des types particuliers de végétation. L'exploitation forestière pour satisfaire la demande en bois tropicaux ou pour planter des palmiers à huile implique la disparition d'un élément du système, les « grands arbres ombrophiles ». En conséquence, on perd également les caractéristiques du système telles que « sol très ombragé » ou « taux d'humidité élevé ». En fait, c'est tout l'écosystème qui est détruit. L'orang-outan perd ainsi le lieu de vie spécifique à son espèce et se trouve en voie de disparition. Autres exemples possibles: Déversement d'eau polluée dans un cours d'eau ou eutrophisation d'un lac.



1 Structures cellulaires

Page 18

- 1 Expliquez pourquoi aucune cellule vivante ne peut être examinée au microscope électronique. F/II
Les préparations destinées à la microscopie électronique doivent être totalement exemptes d'eau. Sinon, même les très petites quantités d'eau qui s'évaporent dans le tube à vide auraient une incidence sur le flux d'électrons. Or des cellules exemptes d'eau ne peuvent pas survivre. Il en résulte qu'il est impossible d'observer des cellules vivantes au microscope électronique.

Page 20

- 1 Présentez les cellules procaryotes et eucaryotes dans un tableau comparatif. F/I

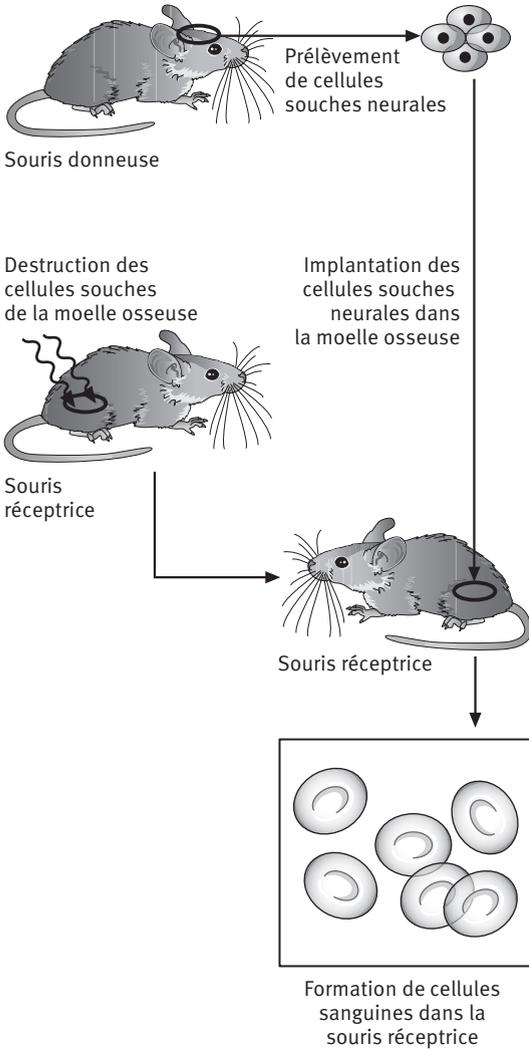
Procaryotes	Eucaryotes
chromosome libre dans le cytoplasme	chromosomes dans le noyau
haploïdes	diploïdes (exception : gamètes)
souvent munies de plasmides	pas de plasmides
pas d'organites entourés d'une membrane	différents organites séparés du cytoplasme par une membrane
petits ribosomes	grands ribosomes
petites cellules	cellules environ 10 fois plus grandes
paroi cellulaire de peptidoglycanes	paroi cellulaire de cellulose ou absente

- 2 Préparez une courte présentation sur le thème des *Archaea*. K/I
Solutions individuelles.

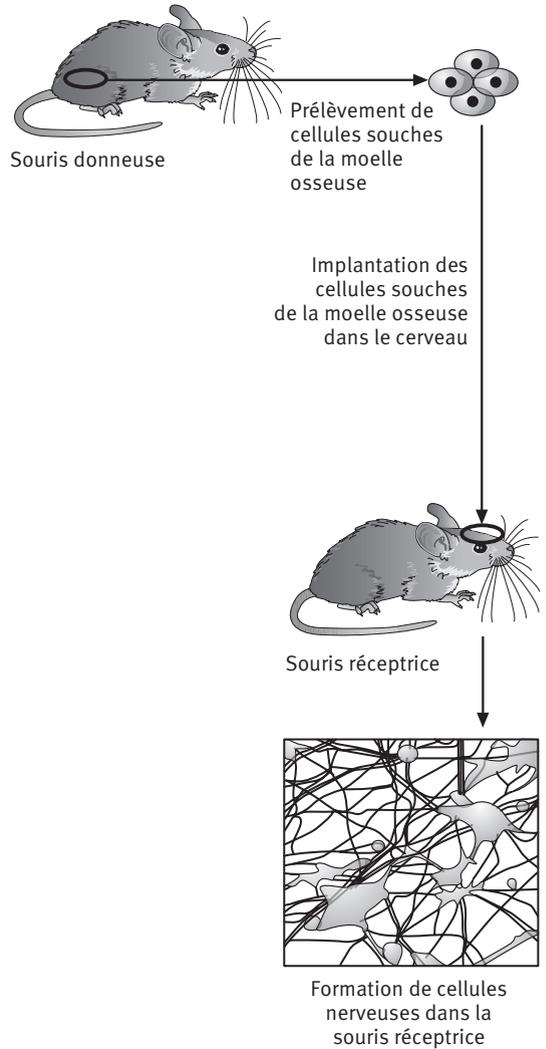
Page 21

- 1 Décrivez les avantages de l'endosymbiose. F/II
On appelle « endosymbionte » une cellule qui vit à l'intérieur d'une autre cellule plus grande. Les ancêtres procaryotes des mitochondries et des chloroplastes se sont probablement développés à partir de bactéries qui ont pénétré par endocytose dans des cellules eucaryotes primitives. La symbiose entre les cellules eucaryotes primitives et les procaryotes s'est révélée être profitable aux deux parties. Les ancêtres des mitochondries étaient très vraisemblablement des bactéries aérobies hétérotrophes, c'est-à-dire qu'ils se procuraient leur énergie métabolique en métabolisant des substances nutritives tout en consommant de l'oxygène. Les eucaryotes primitifs obtenaient de l'énergie en métabolisant des substances nutritives, mais sans oxygène. Les substances résultant de ce processus anaérobie étaient encore très riches en énergie et pouvaient par la suite être métabolisées par les procaryotes qui en retiraient ainsi de l'énergie qui était également utile à la cellule hôte. En même temps, les procaryotes éliminaient de cette manière l'oxygène néfaste à l'eucaryote. Les avantages mutuels de cette association se sont révélés tellement importants au fil du temps que les procaryotes phagocytés sont devenus de véritables endosymbiontes obligatoires pour leurs cellules hôtes. Avec le temps, le taux d'oxygène dans l'atmosphère a lui aussi augmenté de plus en plus. Les cellules hôtes anaérobies ont profité de cette situation grâce à leurs endosymbiontes aérobies qui pouvaient exploiter l'oxygène pour améliorer le rendement énergétique de leur métabolisme. C'est ainsi que ces procaryotes endosymbiotiques primitifs sont devenus les mitochondries des cellules eucaryotes, véritables centrales énergétiques cellulaires. Grâce à la respiration cellulaire, celles-ci fournissent une grande quantité d'énergie sous forme d'ATP.
Les ancêtres des chloroplastes étaient vraisemblablement des procaryotes photoautotrophes qui ont pénétré dans des cellules eucaryotes primitives par endocytose. L'hôte hétérotrophe a pu ainsi obtenir sa nourriture à partir de l'endosymbionte photoautotrophe grâce au fait que celui-ci utilisait l'énergie lumineuse pour synthétiser des substances nutritives.
La cellule hôte offrait en échange une protection aux procaryotes qu'elle avait intégrés contre les attaques d'autres cellules vivantes.

**Expérience 1:
Transplantation de cellules souches neurales
dans la moelle osseuse**



**Expérience 2:
Transplantation de cellules souches de la moelle osseuse dans le cerveau**



Lors de la production de cellules-souches embryonnaires par clonage thérapeutique, on obtient un blastocyste totipotent par le transfert de noyau somatique et la culture *in vitro* du zygote. Un être humain entier pourrait se développer *in vivo* à partir de ce blastocyste, s'il était implanté dans un utérus. Cette méthode pour la génération de cellules ES est contestée d'un point de vue éthique et est interdite par la loi allemande.

Le blastocyste ANT ne peut plus s'implanter grâce au gène *cdx2* inactivé et ne pourrait pas former un être humain complet. Comme les cellules-souches embryonnaires du

blastocyste ne sont plus considérées comme totipotentes, ce procédé pose moins de problèmes éthiques.

Cette procédure permet de générer des cellules-souches embryonnaires sans passer par un stade totipotent. Cependant, on ne peut pas évaluer les conséquences de l'inactivation et de la réactivation du gène *cdx2* sur le développement des cellules-souches embryonnaires produites de cette manière.

5 Oncogènes responsables de cancers

a) Expliquez à l'aide du schéma l'importance des oncogènes dans l'apparition d'un cancer. F/II, K/I
 Dans le génome des animaux, et donc dans celui des êtres humains, il y a deux types de gènes qui régulent la croissance et la division cellulaire. Les proto-oncogènes codent pour des facteurs qui favorisent la division cellulaire. Lorsqu'un proto-oncogène est muté, il peut provoquer une activité démesurée de divisions cellulaires.

Une mutation ponctuelle dans un proto-oncogène peut provoquer l'apparition d'une protéine régulatrice qui a une activité beaucoup plus élevée que la protéine normale. Ce proto-oncogène devient ainsi un oncogène responsable de la formation de cancers. Un proto-oncogène peut être aussi déplacé par une translocation dans un nouveau locus, où il est contrôlé par un promoteur particulièrement actif et ainsi son taux de transcription est augmenté. Le proto-oncogène peut aussi être multiplié (amplification génique). Lorsque ces gènes sont transcrits, la concentration des protéines mutées est aussi augmentée.

b) Un gène suppresseur de tumeur a un effet opposé à celui d'un oncogène. Expliquez. F/II

Les gènes suppresseurs de tumeur codent pour des protéines qui répriment une division cellulaire incontrôlée. Ils agissent à l'inverse des proto-oncogènes comme une sorte de frein à la division cellulaire. Chaque mutation qui réduit l'activité normale du gène suppresseur de tumeur peut contribuer à la formation de cancer, car la disparition du suppresseur stimule la division cellulaire au-dessus de son niveau normal.

Alors que les mutations dans les proto-oncogènes provoquent l'augmentation de l'activité ou de la quantité des protéines stimulant la division cellulaire, les mutations dans les gènes suppresseurs de tumeur réduisent l'activité ou la quantité des protéines inhibant la division.

- 2** Pourquoi ne peut-on pas faire la différence entre des allèles dominants et récessifs chez les bactéries. F/II

Comme les bactéries sont haploïdes, l'effet d'un allèle ne peut pas être influencé par un autre allèle. Par conséquent, on ne peut pas distinguer chez les bactéries entre les allèles dominants et récessifs.

Page 170

- 1** Cherchez des exemples de produits biotechnologiques dans différents domaines et présentez vos résultats. K/III

Exemples dans le domaine de :

- la médecine : des antibiotiques comme la tétracycline, la rifampicine, le chloramphénicol ; des immunosuppresseurs comme la cyclosporine ; des hormones, comme l'insuline, l'érythropoïétine, la somatotropine.
- l'agriculture : le maïs Bt, le « riz doré », la tomate Flavr Savr.
- l'industrie : des enzymes comme l'amylase, la glucose isomérase, la chymosine, la catalase, la subtilisine ; des acides aminés comme la cystéine, la thréonine ou le glutamate ; des substances aromatiques et des parfums.

- 2** Expliquez le concept de « croissance exponentielle » à l'aide de la figure 170.2. F/II

Dans la phase de croissance exponentielle, le nombre de cellules dans un intervalle de temps donné n'augmente pas de manière constante (croissance linéaire), mais augmente en fonction de la valeur instantanée de la population. Par exemple, pour une espèce bactérienne dont le cycle de reproduction durerait 10 minutes, cela signifie qu'une population de ces bactéries dans cette phase double toutes les 10 minutes.

5 La génétique des bactéries et des virus

Page 168

- 1** Calculez le nombre de cellules bactériennes après 10 divisions d'une cellule de départ. F/I
 On obtient $2^{10} = 1024$ bactéries après 10 divisions d'une cellule de départ.

Page 171

- 1 Comparez la structure, la reproduction et le métabolisme des virus et des bactéries. F/II

	Virus	Bactéries
Structure	ADN ou ARN, enveloppe protéique	ADN et ARN, membrane et paroi cellulaires, ribosomes
Reproduction	possible uniquement dans les cellules hôtes	par division
Métabolisme	manquant	présent

Page 172

- 1 Comparez le transfert de gènes par transduction et par conjugaison. F/I
Lors de la transduction, des gènes d'une cellule bactérienne infectée par des phages sont transférés dans une nouvelle cellule hôte. Dans ce cas, il n'y a pas de contact direct entre les deux cellules bactériennes. À l'inverse, la conjugaison implique un transfert direct de gènes entre les deux cellules bactériennes par un pont cytoplasmique. Dans les deux cas, les gènes transférés sont finalement incorporés dans le chromosome de la cellule réceptrice par un processus similaire au crossing-over.
- 2 Développez une hypothèse qui explique l'apparition rapide de nouvelles souches génétiquement différentes du virus de la grippe. E/III
Différentes souches du virus de la grippe ont été constituées par des mutations. Une double infection des cellules eucaryotes par ces souches virales peut provoquer une recombinaison des gènes viraux lors de la multiplication qui s'ensuit dans la cellule. À la suite de ce processus d'échange génétique, de nouvelles variantes du virus de la grippe sont formées.

Page 173

- 1 Expliquez la fonction des différentes enzymes du VIH. E/I
La transcriptase inverse catalyse la transcription de l'ARN viral en ADN viral. L'ARN monocaténaire sert de matrice pour la formation d'un double brin hybride

ARN-ADN. La transcriptase inverse catalyse ensuite la dégradation de l'ARN et complète le simple brin d'ADN en double brin. La transcriptase inverse agit comme une ADN polymérase ADN-dépendante et ARN-dépendante et comme nucléase.

L'intégrase catalyse l'intégration de l'ADN viral dans l'ADN de la cellule hôte pour former le provirus.

La protéase est responsable du clivage du polypeptide précurseur. Pour se propager, le VIH a besoin d'une série de protéines, synthétisées sous forme d'un polypeptide précurseur lors de la prolifération. Finalement, de nouvelles particules virales sont assemblées à partir des fragments de cette grande protéine.

Page 174**COMPLÉMENTS Les approches thérapeutiques du SIDA**

- 1 Décrivez comment les virus peuvent devenir résistants aux médicaments et indiquez l'avantage évolutif que les virus en retirent. F/I
Des variantes du VIH apparaissent entre autres parce que la transcriptase inverse n'est pas capable de relecture. Les erreurs survenant lors de la transcription de l'ARN viral en ADN viral ne sont pas corrigées et conduisent à l'apparition de structures de surface toujours nouvelles chez les VIH. Or, la réaction immunitaire de l'hôte suppose que ces structures de surface restent constantes. Les VIH sont ainsi capables d'échapper à la réaction immunitaire de l'hôte et peuvent se reproduire sans difficultés.

Page 175**EXERCICES La génétique des bactéries et des virus****1 Taux de mutation**

- a) Décrivez la marche à suivre. E/I
0,1 ml d'une culture de bactéries est déposé sur un milieu de culture avec antibiotique et le nombre de colonies est déterminé. Ensuite, 1 ml de la culture de bactéries est prélevé dans une éprouvette et 9 ml de liquide sont ajoutés. 1 ml est prélevé dans l'éprouvette contenant désormais 10 ml de solution bactérienne diluée et est placé dans une deuxième éprouvette contenant aussi 9 ml de liquide. Ce procédé de dilution est exécuté 7 fois au total. Finalement, 0,1 ml de la solution bactérienne fortement diluée est prélevé dans la dernière éprouvette et est inoculé dans un milieu de culture sans antibiotique.

b) Calculez le nombre de bactéries résistantes dans 1 ml de culture de bactéries. F/II

60 colonies sont apparues sur le milieu de culture avec antibiotique contenant 0,1 ml de la culture bactérienne non diluée. Donc, 1 ml de culture bactérienne contient $10 \times 60 = 600$ bactéries résistantes.

c) Calculez le nombre total de bactéries dans 1 ml de culture bactérienne (titre bactérien) et expliquez pourquoi la série de dilution n'est utile que pour la détermination du titre bactérien. E/II

Les 30 colonies présentes sur le milieu de culture sans antibiotique correspondent au nombre de bactéries résistantes et non résistantes présentes dans 0,1 ml de culture bactérienne diluée. Cela veut dire que 300 bactéries sont présentes dans 1 ml de la dernière étape de dilution. Au total, les bactéries ont été diluées $1 : 10^7$, donc $300 \times 10^7 = 3 \times 10^9$ bactéries sont présentes dans 1 ml de culture bactérienne. Les mutations sont des événements rares. Le nombre de bactéries résistantes dans la culture de bactéries est limité, c'est pour cette raison qu'une série de dilutions n'est pas nécessaire.

d) Calculez le taux de mutation dans l'exemple donné. F/II

On obtient le taux de mutation en divisant le nombre de bactéries résistantes dans 1 ml de culture par le nombre total de bactéries dans 1 ml de culture : $600 / 3 \times 10^9 = 2 \times 10^{-7}$ (= 1 : 5 000 000).

2 Courbes de croissance

a) Décrivez les courbes. E/I

La courbe A décrit une courbe de croissance exponentielle. Dans la courbe B, le nombre d'individus stagne pendant la première période de temps. Ensuite, le nombre d'individus augmente soudainement pendant une très courte période. Les deux périodes se répètent ensuite.

b) Attribuez les courbes à une population de bactéries, respectivement de virus et justifiez votre choix. E/II

La courbe A correspond à la courbe de croissance d'une population de bactéries. Sans facteurs limitant la croissance, comme une carence en nutriments, le nombre de bactéries double par unité de temps ; la population bactérienne suit par conséquent une croissance exponentielle. La courbe B correspond à la courbe de croissance d'une population de virus. Dans un premier temps, la reproduction des virus a lieu dans la cellule hôte, il n'y a pas de virus libres, le nombre de virus stagne. La lyse des cellules provoque la libération de nombreux virus, provoquant ainsi une augmentation soudaine de leur nombre. Puis, d'autres

cycles de reproduction se produisent avec une phase de stagnation et une phase de libération des virus.

3 Expérience en génétique bactérienne

Expliquez le résultat de l'expérience. F/II

En plus des bactéries de la souche A et de la souche B, des bactéries avec de nouvelles combinaisons d'allèles et de phénotypes ($his^+ trp^+$ et $his^- trp^-$) ont été détectées dans les deux côtés du tube en forme de U. Comme les deux côtés ont été séparés par un filtre imperméable aux bactéries, la recombinaison n'a pas pu avoir lieu par contact direct entre les différentes souches bactériennes.

La transduction, processus dans lequel les phages transfèrent les gènes bactériens d'une souche à l'autre souche, permet d'expliquer le résultat de l'expérience. En effet, les phages peuvent passer à travers le filtre. Lorsqu'un phage avec des fragments d'ADN de la souche A infecte des bactéries de la souche B, il peut se produire un échange d'ADN entre les deux génomes. Cette recombinaison génétique permet aux bactéries d'acquérir de nouvelles combinaisons d'allèles et donc de phénotypes.

4 Infection par des bactériophages

a) Pourquoi peut-on marquer sélectivement l'ADN avec du phosphore radioactif et les protéines avec du soufre radioactif? F/II

Les groupes phosphate présents dans une molécule d'ADN contiennent des atomes de phosphore. Les atomes de soufre n'existent pas dans la molécule d'ADN. En revanche, les protéines contiennent des atomes de soufre dans les chaînes latérales de certains acides aminés, mais pas d'atomes de phosphore. L'ADN et les protéines peuvent être ainsi marqués sélectivement avec des atomes radioactifs différents.

b) Décrivez le protocole expérimental et interprétez les résultats de l'expérience. E/I

Des bactéries ont été infectées par des bactériophages, dont les protéines de l'enveloppe avaient été marquées avec du soufre radioactif. Avant la lyse des bactéries, les protéines de l'enveloppe des bactériophages ont été séparées des bactéries par un mixeur. Dans cette expérience, la radioactivité ne peut être détectée qu'à l'extérieur des bactéries.

Dans une deuxième expérience, les bactéries ont été infectées par des bactériophages, dont l'ADN a été marqué avec du phosphore radioactif. Après la séparation de l'enveloppe virale et des bactéries, la radioactivité ne peut être détectée qu'à l'intérieur des bactéries.