

BIOLOGIE

NOTIONS FONDAMENTALES

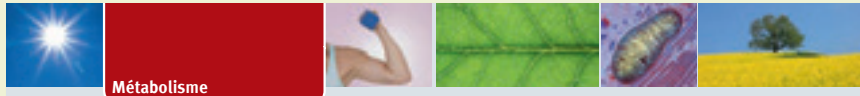
D^r Jürgen Braun
D^r Andreas Paul
Elsbeth Westendorf-Bröring

Supervision de l'édition française
D^r Peter Landolt et D^r René Gfeller

Secondaire 2



Structure du manuel



Métabolisme

Le **métabolisme** est l'ensemble de toutes les réactions biochimiques se déroulant dans les cellules et les organismes. Le métabolisme englobe la synthèse et la dégradation des biomolécules, les opérations de maintenance cellulaire et tous les processus d'acquisition d'énergie. Au niveau cellulaire, il comprend l'absorption, le transport, la transformation et l'exécution de matériel. Des enzymes spécifiques participent à toutes les réactions métaboliques, comme catalyseurs biologiques. Chaque réaction métabolique est liée à une conversion d'énergie.

Certains organismes utilisent l'énergie solaire par la photosynthèse pour synthétiser du glucose et d'autres substances riches en énergie à partir du dioxyde de carbone et de l'eau. D'autres organismes absorbent ces substances par la nutrition et libèrent l'énergie qui y est stockée par la respiration cellulaire.

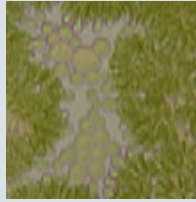


ÉVOLUTION

A l'origine de la vie, l'évolution du métabolisme joue un rôle central. Les premiers organismes obtiennent de l'énergie par la digestion anaérobie des matières organiques présentes dans leur environnement. L'apparition de la photosynthèse a été date dans l'évolution. Les ancêtres des cyanobactéries sont parvenus à fabriquer leur propre glucose par la photosynthèse, et ont ainsi échappé à la compétition pour les ressources alimentaires. Grâce au glucose produit, ils ont pu synthétiser d'autres composés organiques complexes et obtenir l'énergie nécessaire à ces biosynthèses. Les innovations biochimiques font partie des traces de vie les plus anciennes. Ces innovations ont été conservées par l'actinot métabolisme des premières cyanobactéries et sont la démonstration de cette étape importante dans l'évolution du métabolisme. La photosynthèse libère de l'oxygène. Après l'évolution des premières cyanobactéries, la concentration a progressivement augmenté dans l'atmosphère terrestre. La respiration cellulaire est apparue, adaptation métabolique aux conditions de vie aérobies. Dès lors, les substances riches en énergie ont pu être décomposées plus efficacement grâce à l'oxygène.

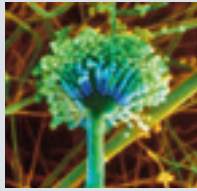
RECHERCHE

Comme les plantes, les algues transforment le dioxyde de carbone en l'eau en glucose et en oxygène par la photosynthèse. Plusieurs espèces d'algues unicellulaires transforment le glucose en lipides qui sont stockés sous forme de gouttelettes d'huile. Certaines d'entre elles ne se trouvent que dans des zones trop profondes et obscures. Le contenu lipidique des algues peut représenter jusqu'à 50 % de leur poids sec. L'algue *Botryococcus*, par exemple, se caractérise par un contenu en lipides très élevé, comme on peut le constater par les gouttelettes dans les cellules. Les premiers essais d'utilisation des lipides des algues comme carburants biologiques ont commencé depuis quelques années et sont prometteurs. Les algues n'ont pas besoin de surfaces agricoles et ne font donc aucune concurrence aux cultures de plantes comestibles. En plus, la combustion de carburants à base de lipides d'algues ne contribue pas à l'augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.



APPLICATIONS

Les connaissances en biologie du métabolisme sont utilisées en médecine pour le diagnostic et le traitement des maladies métaboliques. On en fait un large usage en biotechnologie. L'acide citrique, par exemple, utilisé en grande quantité pour la conservation et l'acidification des produits alimentaires, est produit dans des bioréacteurs biologiques. À l'aide de la molécule *Agaricus niger*. Puisque les voies métaboliques de sa synthèse et leur régulation sont connues, il est possible d'intervenir dans le métabolisme du champignon et d'augmenter notamment la production naturelle de l'acide citrique par le choix des paramètres de culture.



Pages de présentation du chapitre

- Vue d'ensemble et introduction sommaire au sujet
- Contextualisation dans le cadre général de l'évolution
- Illustration des thèmes actuels de recherche et des applications possibles

2.8 Fermentation

En conditions aérobies, les organismes peuvent oxyder complètement le glucose. Cependant, certains organismes et certaines cellules survivent durablement ou temporairement sans oxygène. Ils acquièrent de l'énergie en conditions anaérobies par une dégradation partielle du glucose ou d'autres substances organiques. Les voies métaboliques correspondantes sont des **fermentations**.

La fermentation du glucose commence avec la glycolyse. C'est à dire l'oxydation d'une molécule de glucose en deux molécules de pyruvate. Deux molécules de ATP sont ainsi produites, et deux molécules de NADP sont réduites en NADH + H⁺. Les électrons et le proton du coenzyme NADH + H⁺ peuvent passer être introduits dans la chaîne respiratoire pléogène s'il y a pas d'oxygène à disposition. Les deux molécules de ATP sont produites au cours du rendement énergétique de la fermentation. Cependant, la glycolyse serait abolie dès que toutes les molécules de NADP du cytoplasme seraient réduites en NADH + H⁺ et il faut donc régénérer le NADP⁺. Le mode de régénération varie selon les organismes. Chez les levures, il s'agit de la **fermentation alcoolique**. Le dérivé du précurseur produit d'abord du dioxyde de carbone et de l'acétaldéhyde, un composé à deux carbones. Celui-ci est réduit par le NADH + H⁺ en éthanol. Lors de la **fermentation lactique**, qui survient chez les bactéries lactiques ou les cellules musculaires, le pyruvate est directement réduit en lactate par le NADH + H⁺.

Les fermentations jouent un rôle important dans l'industrie alimentaire. La fermentation alcoolique par les levures du genre *Saccharomyces* mures est à la base de la production de la bière et du vin, et est aussi utilisée en boulangerie. La fermentation lactique par différentes bactéries lactiques joue un rôle important dans la production de yaourts, fromages, levain, acide ou choucroute. Le lactate abaisse le pH. Il agit ainsi comme un agent conservateur, mais il influence aussi le goût et la consistance du produit. La fermentation lactique se produit aussi dans les muscles en cas de manque d'oxygène lors d'un effort intense.

75.1 Fermentation alcoolique

Expliquez pourquoi on utilise la fermentation alcoolique pour la préparation de la pâte à pain, et pourquoi les pains au levain n'ont ni le goût ni le poids d'alcool ni ses effets.

75.2 Fermentation lactique

Si on laisse du vin ouvert assez longtemps, on obtient du vinaigre. Les bactéries acétiques introduites par l'air convertissent l'alcool du vin en acide acétique. Expliquez pourquoi ce processus n'est pas une vraie fermentation.

Expliquez comment la concentration en lactate dans le sang d'un humain après un effort peut donner des informations sur ses capacités physiologiques.

MÉTHODES Le transfert de gènes

Les organismes transgéniques sont des organismes qui contiennent des gènes étrangers introduits artificiellement dans leur génome. Il existe différentes méthodes de **transfert de gènes** selon le type de cellule cible. On utilise notamment des bactéries ou des virus qui peuvent intégrer activement du matériel génétique dans une cellule hôte. Le transfert de gènes avec la bactérie *Agrobacterium tumefaciens* fonctionne très bien chez les plantes dicotylédonées, mais pas chez les monocotylédonées. L'électroporation, le canon à ADN, les liposomes, la micro-injection et les précipités de phosphate de calcium sont des méthodes physiques de transfert du matériel génétique. Le but de toutes ces méthodes est d'intégrer des gènes étrangers dans le génome pour qu'ils soient exprimés. Le transfert de gènes est considéré comme crucial dans les nouveaux gènes sont transmis à la descendance.

Micro-injection

Avec une aiguille microscopiquement fine, on introduit le matériel génétique dans une cellule cible.

Principe de la précipitation de calcium

Lors de la précipitation de phosphate de calcium, les plasmides contenant le gène étranger sont mélangés à une solution de chlorure de calcium. Les ions calcium absorbent par la cellule des électrons.

Liposomes

Les liposomes sont des vésicules sphériques formées par des molécules lipidiques amphiphiles. Elles sont utilisées pour introduire des molécules étrangères dans les cellules.

Canon à ADN

Les gènes sont introduits par un canon à ADN dans les cellules cibles. Les gènes sont introduits dans le noyau cellulaire, où ils sont exprimés et peuvent être transmis à la descendance.

Electroporation

Les électrons sont introduits dans les cellules cibles par un canon à ADN. Les gènes sont introduits dans le noyau cellulaire, où ils sont exprimés et peuvent être transmis à la descendance.

Corps de texte et exercices

- Informations de base sur le sujet
- Mise en relation du contenu avec les concepts de base pertinents
- Exercices à la fin de chaque sous-chapitre, pour répéter, consolider et appliquer les connaissances acquises

Travaux pratiques

- Travaux pratiques réalisables en classe
- Introduction aux normes de sécurité
- Travaux pratiques autogérés impliquant une **planification indépendante des expériences** et la conception de modèles à tester

Méthodes

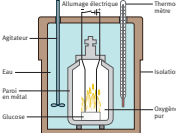
- Présentation de méthodes scientifiques utilisées dans le monde de la recherche
- Réflexion sur des valeurs bioéthiques ou écologiques

Compléments

- Informations complémentaires qui dépassent le cadre scolaire du thème traité et élargissent l'horizon

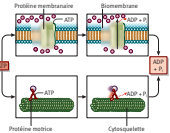
EXERCICES Transformation et accumulation d'énergie

1 Comparaison entre cellule et calorimètre



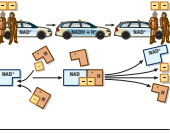
La combustion complète de glucose dans un récipient fermé, un calorimètre, produit du dioxyde de carbone et de l'eau.
 a) Comparez la combustion dans le calorimètre avec le processus correspondant du métabolisme cellulaire.
 b) Indiquez la forme de l'énergie dégagée après chacune des réactions.

3 L'ATP permet le travail



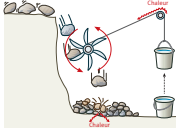
a) Expliquez à l'aide de la figure ci-dessus comment du travail peut être effectué par l'ATP dans une cellule.
 b) Expliquez pourquoi on peut considérer l'ATP comme la « monnaie universelle d'énergie de la cellule ».

4 La fonction du NAD⁺



a) Collez la fonction du NAD⁺ à l'aide des figures.
 b) Discutez les possibilités et les limites de « mobile taxi » pour la fonction du NAD⁺.

2 Le transfert d'énergie



Expliquez la fonction de l'ATP à l'aide du modèle.

Exercices de fin de chapitre

- Consolident les apprentissages
- Réorganisent et permettent le transfert des connaissances
- Entraînent à l'apprentissage systématique

EXERCICES Les fibres naturelles

1 Structure de la laine

La laine est obtenue à partir des poils de mammifères. Un cheveu typique se compose de cellules mortes remplies de nombreuses microfibrilles parallèles, d'un diamètre d'environ 0,5 µm. Les microfibrilles sont composées de microfibrilles parallèles.

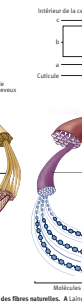


Propriétés	Laine de mouton	Coton
Mécanisme à la traction	Faible	Fort
Élasticité	Haute, irréversible	Faible, réversible
Absorption d'eau	Env. 30% du poids	Env. 6% du poids
Comportement à la chaleur	Facile au lavage à chaud	Non lavable au lavage à chaud

4.8.2 Propriétés comparées de la laine de mouton et du coton

2 Structure du coton

Le coton est produit à partir des fibres des graines de cotonniers. Ces fibres sont uniquement constituées de parois cellulaires végétales, composées principalement de cellulose. Dans la paroi cellulaire primaire, qui est formée en premier dans les cellules à l'état jeune, les microfibrilles de cellulose sont dispersées irrégulièrement dans une matrice. Ce n'est que lorsque la cellule a atteint sa taille maximale que la paroi secondaire est formée. Elle contient des microfibrilles qui sont disposées parallèlement et en différentes couches. Une couche interne est totalement crée, la paroi tertiaire. Elle se situe directement sur la membrane cellulaire et est composée que de peu de cellulose.



Propriétés	Laine de mouton	Coton
Mécanisme à la traction	Faible	Fort
Élasticité	Haute, irréversible	Faible, réversible
Absorption d'eau	Env. 30% du poids	Env. 6% du poids
Comportement à la chaleur	Facile au lavage à chaud	Non lavable au lavage à chaud

4.8.2 Propriétés comparées de la laine de mouton et du coton

Exercices « Connaissances en réseau »

- Connectent le contenu de différents chapitres et facilitent une approche pluridisciplinaire des thèmes abordés
- Constituent un excellent entraînement aux performances attendues pour obtenir la Maturité

Exercices « Recherche et découvertes »

- Retracent, par des expériences historiques significatives, les étapes des grandes découvertes en biologie
- Amènent l'étudiant à formuler lui-même des hypothèses et à les vérifier en analysant des résultats d'expériences

CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES Métabolisme

Concept de base : transformation de matière et d'énergie

Les organismes sont des systèmes ouverts. Ils échangent matière et énergie avec leur environnement. Ils ne peuvent vivre, croître et se reproduire que s'ils absorbent, transforment et rejettent sous une autre forme de la matière et de l'énergie.

Par photosynthèse et à l'aide de la lumière solaire, les plantes synthétisent des substances riches en énergie à partir de substances pauvres en énergie. En conséquence, l'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique. Les produits formés servent à la plante, mais aussi à d'autres organismes, de matières de base pour la construction et le fonctionnement de leur organisme.

Lors de la respiration cellulaire, des substances riches en énergie sont dégradées en substances pauvres en énergie. Ainsi, le vecteur énergétique universel des cellules, l'ATP, est régénéré. L'énergie libérée lors de la dégradation de l'ATP est utilisée dans la cellule, par exemple pour le transport ou la synthèse de substances. Certains organismes, comme les vers à soie, peuvent même la convertir en lumière.



Au niveau des organites, on retrouve la relation structure-fonction dans les mitochondries et les chloroplastes. Leur structure caractéristique, avec une membrane interne à replis multiples dans laquelle se trouvent des enzymes, permet de maximiser la surface membranaire relativement grande dans un espace limité. Cet agencement de surface permet une augmentation du rendement métabolique.

Au niveau des organes, la relation structure-fonction est visible dans les feuilles des plantes de lumière et des plantes d'ombre. Les adaptations aux différentes conditions lumineuses se traduisent par une surface, une épaisseur et un contenu enzymatique différents des deux types de feuilles.

Concept de base : structure et fonction

Les organismes et les processus du vivant sont très diversifiés et sont en relation étroite avec leur fonction. Au niveau des molécules, cette relation est manifeste chez les enzymes. Leur structure permet l'interaction entre enzyme et substrat, qui est à la base des spécificités d'action et de substrat des enzymes.



Le réglage fin du fonctionnement des organismes vivants peut se faire par des systèmes de contrôle et par des systèmes de régulation. On parle de contrôle quand un processus biologique est influencé dans un sens permettant une meilleure adaptation. Un facteur abiotique, par exemple la lumière, contrôle la forme des feuilles des plantes de lumière et des plantes d'ombre. On parle de régulation quand un certain paramètre, comme la concentration d'une substance métabolique importante, est maintenu globalement constante dans la cellule. La régulation se fait par des boucles de rétroaction négative.



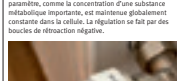
La régulation existe à différents niveaux : au niveau cellulaire, la régulation peut se faire par des enzymes. Leur activité peut être augmentée ou inhibée par des effecteurs. Les gènes peuvent être activés ou inactivés. La régulation peut également s'effectuer au niveau des organes et des organismes. Chez les animaux, cela se fait principalement par les systèmes nerveux et hormonal.

Les systèmes vivants maintiennent leur équilibre par des systèmes de régulation et réagissent de façon dynamique aux changements. Ils sont ainsi capables de maintenir la constance de leur milieu intérieur, condition nécessaire à leur survie.

Concept de base : coordination et régulation

Les systèmes vivants maintiennent leur équilibre par des systèmes de régulation et réagissent de façon dynamique aux changements. Ils sont ainsi capables de maintenir la constance de leur milieu intérieur, condition nécessaire à leur survie.

Le réglage fin du fonctionnement des organismes vivants peut se faire par des systèmes de contrôle et par des systèmes de régulation. On parle de contrôle quand un processus biologique est influencé dans un sens permettant une meilleure adaptation. Un facteur abiotique, par exemple la lumière, contrôle la forme des feuilles des plantes de lumière et des plantes d'ombre. On parle de régulation quand un certain paramètre, comme la concentration d'une substance métabolique importante, est maintenu globalement constante dans la cellule. La régulation se fait par des boucles de rétroaction négative.



La régulation existe à différents niveaux : au niveau cellulaire, la régulation peut se faire par des enzymes. Leur activité peut être augmentée ou inhibée par des effecteurs. Les gènes peuvent être activés ou inactivés. La régulation peut également s'effectuer au niveau des organes et des organismes. Chez les animaux, cela se fait principalement par les systèmes nerveux et hormonal.

Les systèmes vivants maintiennent leur équilibre par des systèmes de régulation et réagissent de façon dynamique aux changements. Ils sont ainsi capables de maintenir la constance de leur milieu intérieur, condition nécessaire à leur survie.

Le réglage fin du fonctionnement des organismes vivants peut se faire par des systèmes de contrôle et par des systèmes de régulation. On parle de contrôle quand un processus biologique est influencé dans un sens permettant une meilleure adaptation. Un facteur abiotique, par exemple la lumière, contrôle la forme des feuilles des plantes de lumière et des plantes d'ombre. On parle de régulation quand un certain paramètre, comme la concentration d'une substance métabolique importante, est maintenu globalement constante dans la cellule. La régulation se fait par des boucles de rétroaction négative.

Contrôle des compétences

Sur la base de ce chapitre, vous êtes capables de :

- ✓ Expliquer les modalités d'action des facteurs qui influencent l'activité des enzymes et leur régulation (pp. 54 et 55)
- ✓ Expliquer les modalités d'action des facteurs qui influencent l'activité des enzymes et leur régulation (pp. 54-60)
- ✓ Planifier et évaluer des expériences sur l'activité enzymatique (p. 63)
- ✓ Expliquer l'importance de la respiration cellulaire de la photosynthèse, ainsi que leur couplage d'une perspective globale (pp. 64 et 80)
- ✓ Expliquer les principes de base du métabolisme comme la transformation de matière et d'énergie dans des systèmes ouverts, ainsi que le transport et le stockage d'énergie (pp. 65 et 66)
- ✓ Expliquer les étapes essentielles de la respiration cellulaire et l'importance de la compartimentation lors de la formation de l'ATP (pp. 68-73)
- ✓ Expliquer l'acquisition d'énergie en condition anaérobie (p. 75)
- ✓ Démontrer la dépendance de la photosynthèse à deux facteurs extérieurs (p. 81)
- ✓ Expliquer la démarche propre à l'expérimentation scientifique (p. 82)
- ✓ Expliquer le processus de l'absorption lumineuse et la signification des spectres d'absorption et de la photosynthèse (pp. 87 et 88)
- ✓ Expliquer l'enchaînement des réactions de la phase claire et de la phase sombre de la photosynthèse (pp. 91-94)

Concepts de base et compétences

- Structurent et mettent en relation les contenus des divers chapitres à l'aide des concepts de base
- Permettent une auto-évaluation par un contrôle des compétences
- Facilitent un accès rapide aux sujets à réviser

Annexes

- Un glossaire détaillé et un index complet permettent d'arriver rapidement aux concepts-clés
- En fin d'ouvrage, une liste explicite les compétences développées dans les exercices

Sommaire

Qu'est-ce que la biologie?	9	Métabolisme	52
Les concepts de base des sciences naturelles ...	11	1 Les enzymes, agents du métabolisme	54
Niveaux d'organisation biologique	12	1.1 Les enzymes sont des biocatalyseurs	54
Cytologie	14	1.2 Influences sur l'activité enzymatique	56
1 Structures cellulaires	16	1.3 Cofacteurs	57
1.1 Les cellules en microscopie optique	16	EXERCICES L'expérience de HARDEN-YOUNG ..	57
1.2 Images de cellules au microscope électronique	18	1.4 Vitesse de réaction et inhibition de l'activité	
1.3 Comparaison entre procaryotes et eucaryotes ..	20	enzymatique	58
1.4 La théorie des endosymbiotes	21	EXERCICES Inhibition enzymatique en	
1.5 Spécialisation des cellules	22	médecine	59
1.6 Les biomembranes	24	1.5 Régulation enzymatique	60
MÉTHODES L'utilisation de modèles		1.6 Biologie appliquée: les enzymes pour	
en biologie	25	l'industrie et le ménage	61
1.7 Le transport à travers les biomembranes	26	EXERCICES Les enzymes des lessives	61
EXERCICES Osmose et transport dans les		EXERCICES Enzymes	62
cellules végétales	28	TRAVAUX PRATIQUES Enzymes	63
TRAVAUX PRATIQUES L'osmose dans les		2 Le catabolisme et la respiration cellulaire	64
cellules végétales	29	2.1 L'importance de la respiration cellulaire	64
1.8 Les composants de la cellule	30	2.2 Energie et conversion d'énergie	65
1.9 Biologie appliquée: culture de cellules en		EXERCICES Systèmes ouverts et fermés	65
médecine	35	2.3 Réservoir d'énergie et transfert d'énergie	66
EXERCICES Mise en relation Erythrocytes ...	36	EXERCICES Transformation et accumulation	
2 Constituants chimiques des cellules	37	d'énergie	67
2.1 Les biomolécules	37	2.4 Vue globale de la respiration cellulaire	68
2.2 Les protéines	38	EXERCICES Expériences sur la respiration	
2.3 Les glucides	40	cellulaire	68
2.4 Les lipides	42	2.5 La glycolyse	69
2.5 Nucléotides et acides nucléiques	43	2.6 Le cycle de Krebs	70
2.6 L'eau	44	EXERCICES Analyse de fragments de	
MÉTHODES La chromatographie	45	mitochondries	71
MÉTHODES L'électrophorèse sur gel	46	2.7 La chaîne respiratoire	72
EXERCICES Constituants chimiques des		EXERCICES Découpleurs	73
cellules	47	EXERCICES Respiration cellulaire	74
EXERCICES Mise en relation Les fibres		2.8 Fermentation	75
naturelles	48	2.9 Biologie appliquée: le brassage de la bière	
2.7 Biologie appliquée: la soie d'araignée – un		dans l'Antiquité et aujourd'hui	76
matériau de haute performance	49	TRAVAUX PRATIQUES Fermentations	77
CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES		2.10 Couplage du catabolisme et de l'anabolisme	
Cytologie	50	dans le métabolisme cellulaire	78
		EXERCICES Métabolisme cellulaire	79

3 Les voies métaboliques de la photosynthèse . . .	80	Localisation d'un gène	115
3.1 Importance de la photosynthèse	80	1.6 L'hérédité extranucléaire	116
3.2 L'activité photosynthétique en fonction des facteurs extérieurs	81	1.7 L'hérédité polygénique	117
EXERCICES Photosynthèse et respiration cellulaire	81	1.8 Les mutations	118
MÉTHODES L'expérimentation	82	1.9 La plasticité phénotypique	119
3.3 La feuille, organe spécialisé pour la photosynthèse	83	EXERCICES Recherche et découvertes	
3.4 Feuilles de lumière et feuilles d'ombre	84	Variabilité des graines de haricot	119
3.5 Transpiration et photosynthèse	85	2 Les bases moléculaires de la génétique	120
EXERCICES Facteurs influençant la photosynthèse	86	2.1 La nature chimique du matériel génétique	120
3.6 Spectre d'absorption et spectre d'action	87	2.2 Composition moléculaire de l'ADN et de l'ARN	121
COMPLÉMENTS Lumière et absorption lumineuse	88	TRAVAUX PRATIQUES autonomes	
3.7 Photosystèmes	89	Isolation d'ADN	122
TRAVAUX PRATIQUES Pigments foliaires	90	2.3 Réplication de l'ADN : l'expérience de MESELSON et STAHL	123
3.8 Vue d'ensemble de la photosynthèse	91	2.4 Mécanismes moléculaires de la réplication de l'ADN	124
EXERCICES Expériences de BLACKMAN	91	EXERCICES Génétique moléculaire	125
3.9 Les réactions de la phase claire	92	MÉTHODES La PCR	126
3.10 Les réactions de la phase sombre	94	EXERCICES PCR	127
EXERCICES Recherche et découvertes		MÉTHODES Le séquençage de l'ADN par la méthode SANGER	128
Réaction de HILL	95	TRAVAUX PRATIQUES Electrophorèse sur gel	129
3.11 Biologie appliquée : les plantes comme source d'énergie	96	3 Des gènes aux protéines	130
EXERCICES Comparaison des biocarburants	96	3.1 La fonction d'un gène	130
TRAVAUX PRATIQUES Photosynthèse	97	3.2 La transcription	132
EXERCICES Photosynthèse	98	3.3 Le code génétique	133
CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES		3.4 La traduction	134
Métabolisme	100	3.5 Expression génique chez les eucaryotes	136
Génétique	102	3.6 Les mutations ponctuelles et les processus de réparation de l'ADN	138
1 Reproduction et hérédité	104	EXERCICES L'hémophilie	140
1.1 Reproduction asexuée et mitose	104	MÉTHODES Les puces à gènes	141
1.2 Reproduction sexuée et méiose	107	3.7 Régulation génique chez les procaryotes	142
1.3 Biologie appliquée : la reproduction médicalement assistée	110	3.8 Régulation génique chez les eucaryotes	144
EXERCICES Diagnostic préimplantatoire	111	3.9 Les différentes notions du gène au cours du temps	146
1.4 Les découvertes de MENDEL	112	3.10 Le protéome	147
1.5 Les chromosomes : supports cellulaires de l'hérédité	114	3.11 L'épigénétique	148
EXERCICES Hérédité intermédiaire	115	EXERCICES Les aspects modernes de l'expression des gènes	149
EXERCICES Recherche et découvertes		EXERCICES Mise en relation La mucoviscidose	150
		4 La génétique du développement	152
		4.1 Le développement embryonnaire chez l'humain	152
		4.2 Les gènes contrôlent le développement embryonnaire	154

EXERCICES Mutations des gènes maternels	156	MÉTHODES Analyse des arbres généalogiques	
4.3 Biologie appliquée: techniques de reproduction chez les animaux	157	et calcul des probabilités	193
4.4 Le cancer: une altération de la régulation du cycle cellulaire	158	7.4 Les mutations génomiques	194
COMPLÉMENTS Les thérapies classiques et modernes contre le cancer	160	7.5 Les mutations chromosomiques	196
4.5 Le vieillissement	161	7.6 Biologie appliquée: conseil génétique et diagnostic	198
4.6 Biologie appliquée: utilisation de cellules souches	162	7.7 La thérapie génique	200
MÉTHODES La prise de décisions dans le domaine de la bioéthique	164	EXERCICES La génétique humaine	201
EXERCICES La génétique du développement	166	EXERCICES Mise en relation La PCU – une maladie métabolique génétique	202
5 La génétique des bactéries et des virus	168	CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES	
5.1 Les bactéries comme sujet de recherche en génétique	168	La génétique	204
5.2 La recombinaison génétique chez les bactéries	169	Immunologie	206
5.3 Biologie appliquée: les bactéries dans la biotechnologie	170	1 Le système immunitaire	208
5.4 Structure et reproduction des virus	171	1.1 La défense immunitaire non spécifique	208
5.5 La recombinaison et le transfert de gènes chez les virus	172	1.2 Les cellules du système immunitaire	209
5.6 Le VIH – un rétrovirus	173	1.3 La défense immunitaire spécifique	210
COMPLÉMENTS Les approches thérapeutiques du SIDA	174	EXERCICES Expérience de transplantation	210
EXERCICES La génétique des bactéries et des virus	175	1.4 La spécificité des anticorps	211
6 Le génie génétique	176	1.5 La réponse immunitaire humorale et cellulaire	212
6.1 Les méthodes du génie génétique	176	EXERCICES La réponse immunitaire	215
EXERCICES Le génie génétique	179	1.6 Les allergies	216
MÉTHODES Le transfert de gènes	180	1.7 Les maladies auto-immunes	217
6.2 Identification de gènes	181	1.8 Biotechnologies: greffes et rejets de greffe	218
6.3 Biologie appliquée: le génie génétique en médecine	182	1.9 Biotechnologies: les vaccins	219
6.4 Biologie appliquée: l’empreinte génétique	183	1.10 Biologie appliquée: les anticorps monoclonaux	220
6.5 Animaux et plantes transgéniques	184	EXERCICES La défense immunitaire	221
COMPLÉMENTS Le génie génétique – pour et contre	186	TRAVAUX PRATIQUES Test ELISA	222
EXERCICES Le génie génétique	187	EXERCICES Mise en relation Le virus de l’immunodéficience humaine	223
7 La génétique humaine	188	CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES	
7.1 Importance de la génétique humaine	188	Immunologie	224
7.2 L’analyse des chromosomes humains	189		
7.3 Modes de transmission des maladies héréditaires	190		

Neurobiologie 226

1 Structure et fonction des cellules nerveuses ..	228
1.1 Les cellules nerveuses	228
1.2 Le potentiel de repos	230
1.3 Le potentiel d'action	232
1.4 Propagation du potentiel d'action	234
EXERCICES Recherche et découvertes	
Investigations sur des canaux ioniques isolés ..	235
1.5 Transmission de l'influx nerveux	236
EXERCICES Intégration neuronale	237
1.6 L'activité musculaire est contrôlée par des	
neurones	238
1.7 Poisons synaptiques	240
EXERCICES Mise en relation Le métabolisme	
musculaire	241
EXERCICES Les neurones	242
2 La perception	244
2.1 Cellules sensorielles – organes sensoriels	244
2.2 L'œil – un organe photosensible	246
2.3 La phototransduction	248
2.4 Traitement de l'information dans la rétine	250
EXERCICES Inhibition latérale	251
EXERCICES Organes sensoriels – Cellules	
sensorielles	252
3 Traitement de l'information	254
3.1 Le système nerveux humain	254
3.2 La moelle épinière et les réflexes	256
3.3 La structure du cerveau humain	257
3.4 Anatomie cérébrale fonctionnelle	258
MÉTHODES Imagerie médicale	260
3.5 Du stimulus à la perception	261
3.6 Biologie appliquée: la maladie de PARKINSON ..	262
EXERCICES Mise en relation La sclérose en	
plaques et la maladie d'ALZHEIMER	263
3.7 Les mécanismes cellulaires de l'apprentissage	264
3.8 La mémoire	266
3.9 Modifications du cerveau produites par une	
addiction	268
EXERCICES Effet des opiacés	269
EXERCICES Traitement de l'information	270

CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES

Traitement neuronal de l'information	272
--	-----

4 Régulation hormonale et régulation nerveuse	274
4.1 Le système hormonal humain	274
4.2 Hiérarchie parmi les glandes endocrines	276
EXERCICES Dérèglement des fonctions	
thyroïdiennes	277
4.3 Régulation de la glycémie	278
EXERCICES Diabète	279
4.4 Le stress	280
EXERCICES Lien entre stress et formation	
de sueur	281
4.5 Biologie appliquée: hormones sexuelles	
et contraception	282
EXERCICES Régulation hormonale de la	
formation des cellules sexuelles chez l'homme	283
EXERCICES Mise en relation Etude des	
maladies de la glande thyroïde	284

CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES

Communication hormonale de l'information ..	286
---	-----

Ecologie 288

1 Influence des facteurs biotiques et abiotiques	
sur les êtres vivants	290
2 Facteurs abiotiques	292
2.1 Potentiel écologique	292
EXERCICES Recherche et découvertes	
Graminées et humidité du sol	293
2.2 Influence de la température sur les êtres vivants	294
2.3 Influence de l'eau sur les êtres vivants	296
EXERCICES Adaptation des plantes	296
EXERCICES Adaptations du dromadaire	297
2.4 Influence de la lumière sur les êtres vivants ...	298
EXERCICES Facteurs environnementaux	
abiotiques	299
TRAVAUX PRATIQUES autonomes Evaluation	
des courbes de tolérance	300
TRAVAUX PRATIQUES Facteurs	
environnementaux abiotiques	301

3 Facteurs biotiques	302	durabilité	341
3.1 Concurrence	302	7 Mise en danger et protection de la biosphère .	342
EXERCICES Concurrence chez les bactéries .	302	7.1 Pollution et protection de l'atmosphère	342
3.2 Relations prédateur-proie	303	EXERCICES Polluants atmosphériques	342
3.3 Parasitisme	304	7.2 Problématique de l'ozone	343
EXERCICES Mise en relation La tique, un		7.3 Effet de serre	344
parasite	305	EXERCICES Variations de la température ...	344
3.4 Symbiose mutualiste	306	7.4 Changements climatiques	345
3.5 Biologie appliquée: lutte contre les nuisibles .	307	EXERCICES Pollution et protection de	
EXERCICES Recherche et découvertes		l'atmosphère	346
Principe de l'exclusion compétitive	308	COMPLÉMENTS Croissance de la population	
3.6 Niche écologique	309	mondiale	347
EXERCICES Facteurs environnementaux		7.5 Pollution et protection des sols	348
biotiques	310	7.6 Dégâts aux forêts	349
4 Ecologie des populations	312	7.7 Pollution et protection des eaux	350
4.1 Croissance des populations	312	EXERCICES Consommation d'eau	350
4.2 Régulation de la densité de population	313	7.8 Traitement des eaux usées	352
EXERCICES Ecologie des populations	315	COMPLÉMENTS Conflits pour l'eau	353
5 Ecosystèmes	316	7.9 Ecobilans	354
5.1 Structure fonctionnelle d'un écosystème		EXERCICES Analyse de l'efficacité écologique	354
forestier	316	EXERCICES Pollution et protection du sol et	
5.2 Niveaux trophiques d'un écosystème forestier .	318	de l'eau	355
EXERCICES Rendements énergétiques		7.10 Recul de la biodiversité et protection de la	
alimentaires	319	nature	356
5.3 Cycle de la matière dans un écosystème		CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES	
forestier	320	Ecologie	358
EXERCICES Structure et fonction d'un		Evolution	360
écosystème	321	1 Théories de l'évolution	362
5.4 Productivité des écosystèmes	322	1.1 Origines des théories de l'évolution	362
5.5 Circulation de l'énergie dans un écosystème		1.2 La théorie synthétique de l'évolution	364
forestier	323	EXERCICES Théories de l'évolution	365
5.6 Cycles biogéochimiques	324	2 Les indices de l'évolution	366
5.7 Stabilité et changements d'un écosystème ...	326	2.1 Indices tirés de la paléontologie	366
5.8 L'écosystème lacustre	328	COMPLÉMENTS Radiométrie	369
EXERCICES Ecosystème lacustre	330	2.2 Indices tirés de la biogéographie	370
5.9 L'écosystème fluvial	332	COMPLÉMENTS La dérive des continents ..	371
5.10 Bioindicateurs	334	2.3 Indices tirés de la morphologie et de l'anatomie	
EXERCICES Les cours d'eau	335	comparées	372
TRAVAUX PRATIQUES Les eaux courantes .	336	EXERCICES Indices en faveur de l'évolution .	374
MÉTHODES Evaluer un dilemme socio-		2.4 Indices tirés de la biologie moléculaire	376
écologique	338	EXERCICES Hybridation ADN-ADN	376
6 Concepts de développement durable	340		
EXERCICES Evaluation écologique et			

2.5	Indices tirés de l'embryologie	378	5.2	Origines de la vie: les premières cellules	408
	COMPLÉMENTS Le créationnisme	380	5.3	Les trois domaines	409
	EXERCICES Arbres phylogénétiques	380	5.4	Evolution de la diversité biologique	410
	EXERCICES Mise en relation Globines	381		MÉTHODES Construction d'un arbre phylogénétique	413
3	Les mécanismes de l'évolution	382		EXERCICES Histoire phylogénétique des êtres vivants	414
3.1	La variabilité génétique, base des changements évolutifs	382	6	L'évolution de l'Homme	416
3.2	Génétique des populations	384	6.1	L'Homme et ses proches cousins	416
3.3	Dérive génétique	386		EXERCICES Anatomie comparée	417
	EXERCICES Les mécanismes de l'évolution	387	6.2	Origines de l'Homme	418
3.4	La sélection naturelle, base de l'adaptation biologique	388	6.3	Origine et diversité des Hommes modernes	420
	EXERCICE Sélection naturelle chez les épinoches	389		EXERCICES Les voies migratoires d' <i>Homo</i> <i>sapiens</i>	421
3.5	Biologie appliquée: élevage et agriculture	390		EXERCICES Relations phylogénétiques entre les humains	422
3.6	Sélection sexuelle	392	6.4	Evolution intellectuelle et culturelle des Hommes	423
	EXERCICES Choix du partenaire chez l'euplecte à longue queue	393		EXERCICES Facteurs d'homínisation	423
3.7	Systèmes d'accouplement	394		EXERCICES Evolution humaine	426
3.8	La sélection de parentèle	396		EXERCICES Mise en relation Daltonisme total	427
	EXERCICES Systèmes d'accouplement	397		CONCEPTS DE BASE ET COMPÉTENCES	
4	La spéciation	398		Evolution	428
4.1	Le concept d'espèce et l'isolement reproductif EXERCICES Isolement reproductif	398		Glossaire	430
4.2	Modes de spéciation	400		Informations pour une expérimentation en toute sécurité	443
	EXERCICES Spéciation chez les salamandres	401		Liste des produits chimiques	444
4.3	Radiation adaptative	402		SGH–Système général harmonisé	445
	EXERCICES Lémuriens de Madagascar	403		Prescriptions concernant les produits chimiques	446
	EXERCICES Spéciation	404		Index	447
4.4	Coévolution	405		Crédit photographique	453
	EXERCICES Coévolution chez les Tisserins	405			
5	La phylogénie de la vie	406			
5.1	Origines de la vie: évolution chimique	406			
	EXERCICES Expérience de MILLER-UREY	407			

Travaux pratiques

L'éditeur et les rédacteurs de la version française déclinent toute responsabilité concernant les travaux pratiques. Les personnes effectuant les travaux pratiques, y compris les travaux pratiques autonomes, sont seules responsables de leur réalisation conforme aux règlements en vigueur et aux normes élémentaires de prudence. Les étudiants se renseigneront auprès des personnes responsables des laboratoires de leur établissement.

Les symboles de danger et les explications y relatives sont détaillés à la page 446 du présent ouvrage. Une liste des substances dangereuses et des substances présentant des risques particuliers se trouve aux pages 442 et 445 du manuel « Chimie, notions fondamentales SII », LEP, ISBN 978-2-606-01361-5.

Qu'est-ce que la biologie ?

La **biologie** (gr. *bios*: vie, *logos*: science) fait partie des sciences naturelles; c'est une science empirique qui se fonde sur des observations et des mesures vérifiables. Les biologistes étudient les êtres vivants du point de vue de leur structure, de leur mode de vie, de leur comportement, de leur développement et de leur origine. Toutefois, la biologie ne se limite pas à l'étude des individus: les divers niveaux d'organisation du monde vivant, des molécules à la biosphère, font aussi partie de ses objets d'étude. Les organismes représentent un des niveaux d'organisation du vivant. Le niveau le plus vaste est celui de la biosphère, qui



9.1 Orang-outan

constitue l'ensemble des milieux naturels où l'on rencontre des êtres vivants. La biologie vise à comprendre les structures et les phénomènes du monde vivant à ses divers niveaux, en tenant compte de son évolution.

La démarche scientifique

1. Observations scientifiques

Ce sont des observations planifiées d'objets ou de phénomènes mesurables (quantifiables). Elles produisent des données objectives et reproductibles.

Exemple: Des observations sur le terrain ont révélé que la plupart des orang-outans mâles se déplacent d'une région à l'autre au lieu d'occuper un territoire attiré.

2. Questions

Formuler des questions scientifiques fondées sur des observations.

Exemple: Pour quelle raison la plupart des orang-outans mâles se déplacent-ils d'un territoire à l'autre ?

3. Hypothèses

Une hypothèse constitue une explication provisoire, une proposition faite pour expliquer un phénomène. En ce qui concerne l'observation ci-dessus, on peut postuler que :

- a) les mâles qui se déplacent ont un succès reproductif plus élevé,
- b) leur nutrition est améliorée ou facilitée.

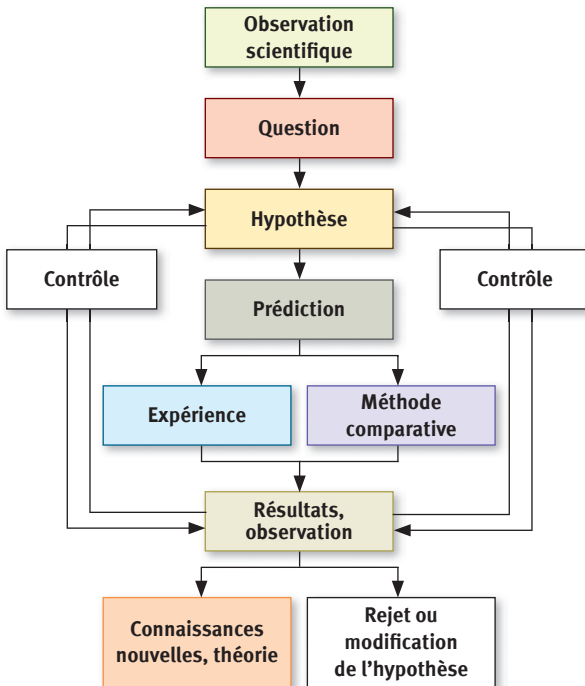
4. Prédications

Les hypothèses doivent être vérifiables. La vérification déductive fait appel à la formulation logique « **si... et... alors** ». Si l'hypothèse se révèle juste sous certaines conditions expérimentales, alors un résultat déterminé est attendu.

5. Vérification des hypothèses

En biologie, expériences et méthodes comparatives permettent de vérifier les hypothèses.

Exemple des orang-outans: On compare les orang-outans mâles du groupe des « voyageurs » avec le groupe témoin des « sédentaires » du point de vue de la quantité et de la qualité de la nourriture et du succès reproductif.



9.2 Schéma d'acquisition des nouvelles connaissances en science: la méthode hypothético-déductive