

DÉCOUVRIR LA BIOLOGIE

CAIN • DAMMAN • LUE • YOON



de boeck

NOUVEAUX
HORIZONS

DÉCOUVRIR LA BIOLOGIE

CAIN • DAMMAN • LUE • YOON

D*écouvrir la biologie* nous emmène à la découverte des phénomènes de la vie et à en explorer les secrets, tels que l'organisation de la vie, la biodiversité, l'évolution des espèces, la structure cellulaire et la génétique, sans oublier les différentes fonctions de l'organisme humain, avant de conclure par une perspective environnementale.

Pédagogique et didactique, *Découvrir la biologie* est agrémenté de centaines d'illustrations en couleurs et fait la part belle aux cas concrets, aux préoccupations actuelles et aux théories récentes. Chaque chapitre s'articule de manière dynamique autour de nombreux outils pédagogiques : message principal, encadrés, termes fondamentaux, articles de presse, etc., une présentation qui aide le lecteur à comprendre les applications de la biologie au quotidien.

Pour les étudiants, le résumé, les mots-clés et les questions de révision en fin de chapitre leur permettent d'approfondir la matière et de tester leurs connaissances.

Clair, simple et synthétique, *Découvrir la biologie* est une référence incontournable destinée non seulement aux étudiants de premier cycle en biologie, mais également aux professeurs et étudiants du secondaire et à toute personne intéressée par la biologie.

► TRADUCTION

Ana **PERSIC**, doctorante et chercheuse au Département d'Écologie des populations et communautés de l'Université Paris-Sud (Orsay).

► RELECTURE

Hélène **ROCHE**, professeur-chercheur au Laboratoire d'Écologie et de Zoologie de l'Université de Paris-Sud (Orsay).

► RÉVISION SCIENTIFIQUE

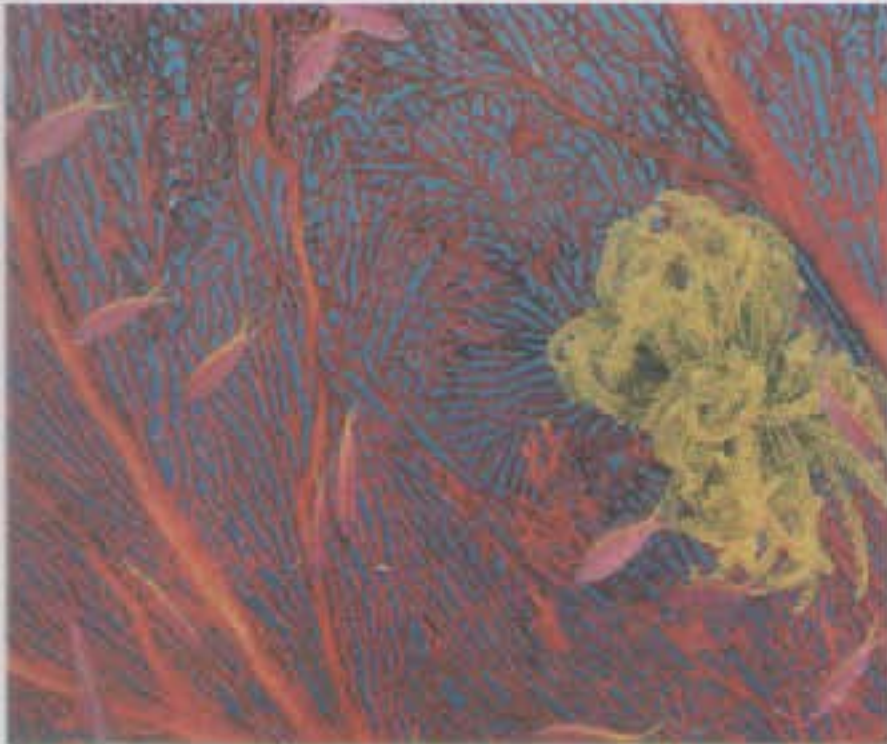
Rachel **VINCENT**, docteur en Biologie (Montpellier). A effectué des travaux de recherche dans plusieurs laboratoires à l'INRA et au CNRS.



CAIN
ISBN 2-8041-4627-8
ISBN13 : 978-2-8041-4627-6



Table des matières



Partie 1 La diversité de la vie

1 La nature de la science et les caractéristiques de la vie 3

C'est vivant ! N'est-ce pas ? 3

Poser des questions, tester les réponses : le travail de la science 4

Les scientifiques suivent des étapes bien précises pour obtenir des réponses 4

Une expérience sur le chèvrefeuille illustre la méthode scientifique 5

Les caractéristiques communes à tous les organismes vivants 7

Les organismes vivants sont composés de cellules 7

Les organismes vivants se reproduisent en utilisant le matériel héréditaire – l'ADN 7

■ LE PRÉAMBULE À LA THÉORIE DE L'ORIGINE DE LA VIE : UNE EXPÉRIENCE CLASSIQUE DE BIOLOGIE 8

Les organismes vivants croissent et se développent 9

Les organismes vivants captent l'énergie dans leur environnement 9

Les organismes vivants ressentent leur environnement et y réagissent 10

Les organismes vivants présentent un haut niveau d'organisation 10

Les organismes évoluent 10

Les différents niveaux de l'organisation biologique 11

L'énergie traverse les systèmes biologiques 13

Aux frontières de la vie : les virus 13

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 17

2 Comprendre et organiser la diversité de la vie 19

L'homme des glaces 19

Chercher les indices sur les relations évolutives 20

Construire les arbres évolutifs 22

La taxonomie évolutive – l'approche la plus ancienne de la systématique 22

La cladistique se base sur les caractères dérivés partagés 23

Les caractères primitifs partagés ne sont pas utiles 24

Les caractères convergents n'indiquent pas la parenté entre des organismes 24

Utiliser les arbres évolutifs pour déterminer la biologie des organismes 24

Un système de classification pour l'organisation de la richesse du vivant : la hiérarchie de Linné et ce qui en découle 26

La classification confrontée aux relations évolutives 28

Les branches de l'arbre évolutif : l'interprétation de la parenté 28

- L'arbre évolutif qui englobe tous les êtres vivants révèle des relations surprenantes 28
- L'arbre évolutif des primates révèle qu'ils sont les parents les plus proches des humains 30
- L'arbre évolutif du vivant est un travail en cours de réalisation 30

Tout à sa propre place : la contribution de la systématique 31

- **UN RÉSEAU ENCHEVÊTRÉ À L'ORIGINE DE L'ARBRE DU VIVANT 32**
- **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 35**

3 Les principaux groupes d'organismes vivants 37

Ici, là-bas, partout 37

Présentation des groupes majeurs 38

Bacteria et Archaea : minuscules, prolifiques et abondants 39

■ **L'EXPLORATION BIOLOGIQUE : QUAND LE JEU C'EST D'Y ARRIVER 40**

- La simplicité conduit au succès 42
- Les procaryotes possèdent une variété incomparable de modes nutritionnels 42
- Les procaryotes résistent dans des environnements extrêmes 42
- Les procaryotes sont importants dans la biosphère et pour l'environnement des hommes 44
- Bacteria et Archaea présentent certaines différences significatives 44

L'évolution des cellules plus complexes : les procaryotes donnent naissance aux eucaryotes 45

Protista : les premiers pas dans l'évolution des eucaryotes 45

- Les protistes représentent les premières étapes dans l'évolution des cellules eucaryotes 47
- Les protistes donnent un aperçu du début de l'évolution de la pluricellularité 47
- La reproduction sexuée apparaît chez les protistes 47
- Les protistes sont réputés être des agents pathogènes 47

Plantae : les pionniers de la vie sur la terre ferme 48

- Le système vasculaire a permis aux plantes la croissance en hauteur 48
- Les gymnospermes ont évolué en produisant des graines pour protéger leur progéniture 50
- Les angiospermes ont donné les premières fleurs 50

Les plantes sont à la base des écosystèmes terrestres 51

Fungi : le monde des décomposeurs 53

- Les structures spécialisées font des mycètes de bons décomposeurs 53
- Les caractéristiques qui font des mycètes de bons décomposeurs en font également des parasites dangereux 54
- Certains mycètes vivent dans des associations bénéfiques avec d'autres espèces 54
- Les mycètes jouent un rôle essentiel dans la biosphère 55

Animalia : complexes, diversifiés et mobiles 55

- Les tissus des animaux ont évolué 58
- Les organes et les systèmes d'organes des animaux ont évolué 59
- Les cavités corporelles complètes des animaux ont évolué 59
- Les formes corporelles des animaux sont toutes des variations de quelques principes fondamentaux 60
- Les animaux arborent une variété extraordinaire de comportements 60
- Les animaux jouent des rôles fondamentaux dans les écosystèmes et fournissent des produits utiles pour les hommes 60

La difficulté présentée par les virus 61

Où les groupes majeurs se rencontrent-ils ? 61

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 64**

4 La biodiversité 65

Où sont passées toutes les grenouilles ? 65

Combien d'espèces y a-t-il sur terre ? 66

- Les scientifiques utilisent des méthodes indirectes afin d'estimer le nombre d'espèces 66
- Certains groupes d'organismes sont bien connus et d'autres sont mal étudiés 67

Les débuts de l'actuelle extinction de masse 69

Les nombreuses menaces pour la biodiversité 70

- La perte et la détérioration de l'habitat constituent la plus grande menace pour la biodiversité 70
- Les espèces non-indigènes introduites peuvent causer l'extermination des espèces indigènes 70
- Les changements climatiques menacent les espèces 71
- Certaines menaces sont difficiles à définir ou à identifier 71
- La croissance de la population humaine intensifie les menaces pour la biodiversité 72

Les extinctions de masse du passé 73

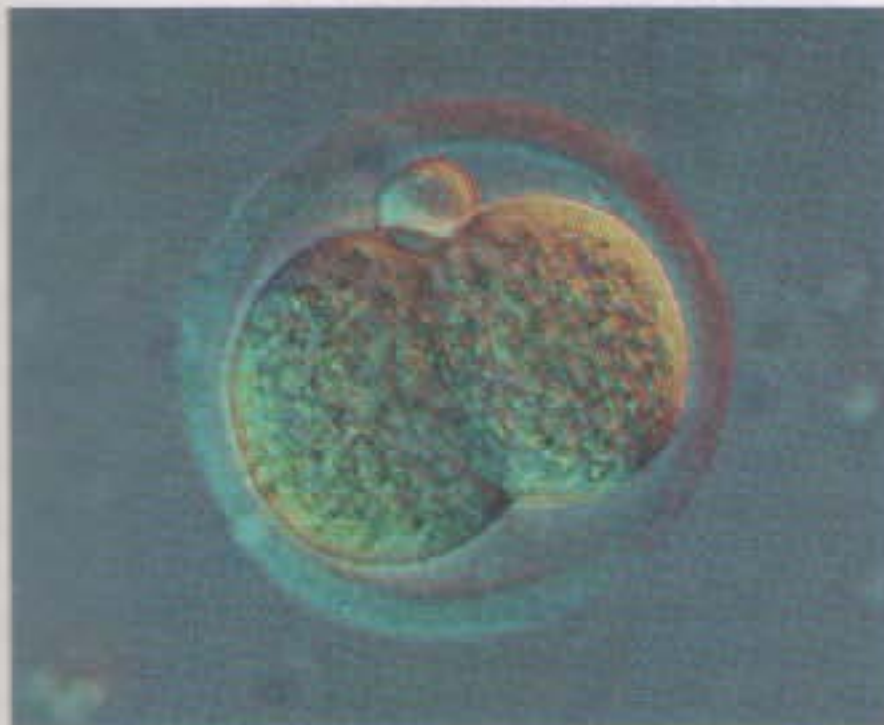
L'importance de la biodiversité 73

- La biodiversité peut rendre les écosystèmes plus productifs, stables et résilients 74

Selon l'hypothèse des « rivets », les écosystèmes pourraient s'effondrer rapidement et inopinément 74

La récolte des fruits de la nature 75

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 77**



Partie 2

Les cellules – unités fondamentales de la vie

5 Les composants chimiques 80

Regarder vers les étoiles 80

Comment les atomes composent-ils le monde physique ? 82

Les liaisons covalentes : les liaisons les plus solides dans la nature 83

Les liaisons non covalentes : les liaisons dynamiques entre les molécules 84

Les liaisons hydrogène sont des liaisons provisoires essentielles 84

Les liaisons ioniques se forment entre des atomes de charge opposée 86

Comment les réactions chimiques réarrangent-elles les atomes dans les molécules ? 87

Les acides, les bases et le pH 87

Les tampons contrecarrent les variations significatives de pH 88

Les matériaux chimiques composant les systèmes vivants 88

Les sucres fournissent de l'énergie aux organismes vivants 90

Les nucléotides stockent les informations et l'énergie 90

Les acides aminés sont des monomères intervenant dans la structure des protéines 92

Les acides gras : réserve d'énergie et constituants structuraux des membranes 95

Les protéines qui attirent la chaleur 96

■ **CONSTRUCTION DES ORDINATEURS MOLÉCULAIRES 98**

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 101**

6 La structure et la compartimentation de la cellule 103

Le voyage à travers l'espace intérieur 103

Les cellules : les unités fondamentales de la vie 104

La membrane plasmique : la séparation entre les cellules et leur environnement 105

■ **L'EXPLORATION DES CELLULES AU MICROSCOPE 106**

Comparaison entre les procaryotes et les eucaryotes 107

Les compartiments internes spécialisés des cellules eucaryotes 109

Le noyau est l'entrepôt de l'information génétique 109

Le réticulum endoplasmique synthétise les protéines et les lipides 109

L'appareil de Golgi dirige les protéines et les lipides vers leurs destinations finales dans la cellule 111

Les lysosomes et les vacuoles sont des compartiments spécialisés 111

Les mitochondries sont les générateurs de l'énergie de la cellule 112

Les chloroplastes captent l'énergie provenant de la lumière du soleil 113

Le cytosquelette : assurer la forme et le mouvement 114

Les microtubules assurent le mouvement à l'intérieur de la cellule 114

Les filaments d'actine permettent aux cellules de changer de forme et de se déplacer 115

L'évolution des organites 116

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 119**

7 L'énergie et les enzymes 120

« Prends deux aspirines et appelle-moi demain matin » 120

Le rôle de l'énergie dans les systèmes vivants 122

Les lois de la thermodynamique s'appliquent aux systèmes vivants 122

Le transfert d'énergie et le cycle du carbone relient des êtres vivants à leur environnement 123

L'utilisation de l'énergie issue de la combustion contrôlée des aliments 124

La captation de l'énergie à partir des aliments exige un transfert d'électrons 125

Les réactions chimiques sont guidées par des lois thermodynamiques simples 126

Comment les enzymes accélèrent-elles des réactions chimiques ? 126

■ **RALENTISSEZ, VOUS POURRIEZ VIVRE PLUS LONGTEMPS** 128

La forme d'une enzyme détermine directement son activité 129

Les chaînes de réactions enzymatiques apportent de grands avantages énergétiques 129

Les enzymes et l'énergie en service : la construction de l'ADN 131

Améliorer le médicament miraculeux 132

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ** 134

8 La photosynthèse et la respiration 135

Une nourriture pour l'esprit 135

Les pourvoyeurs d'énergie doivent alimenter toutes les activités cellulaires 136

La photosynthèse capte l'énergie de la lumière solaire 137

Les chloroplastes sont les sites de la photosynthèse 138

Les réactions lumineuses captent l'énergie lumineuse provenant du soleil 139

Les réactions sombres produisent des sucres 140

Le catabolisme décompose des molécules pour en récupérer l'énergie 142

La glycolyse est la première étape de la dégradation des sucres 142

La fermentation évite le besoin d'oxygène 142

La respiration aérobie produit la majeure partie de l'ATP 142

■ **L'EXPLOITATION DE LA GLYCOLYSE POUR UN BÉNÉFICE COMMERCIAL** 144

Le cycle de l'acide citrique produit du NADH et du CO_2 145

La phosphorylation oxydative utilise l' O_2 et le NADH pour produire des quantités élevées d'ATP 146

Satisfaire la demande énergétique du cerveau 148

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ** 150

9 Comment les cellules communiquent entre elles 151

Dormir avec son ennemi 151

La spécialisation et la communication au sein la communauté des cellules 152

Le rôle des molécules de signalisation dans la communication cellulaire 154

L'oxyde nitrique est une molécule de signalisation à courte portée 155

Les hormones sont des molécules de signalisation à longue portée 156

Les hormones stéroïdes peuvent traverser les membranes cellulaires 156

Certaines hormones ont besoin de récepteurs de surface cellulaires 157

Les facteurs de croissance induisent la division cellulaire 157

Comment les récepteurs de surface cellulaires déclenchent des désordres à l'intérieur des cellules 158

■ **RITA LEVI-MONTALCINI. L'HISTOIRE D'UNE FEMME QUI A POURSUIVI SES TRAVAUX DE BIOLOGIE ENVERS ET CONTRE TOUT** 159

L'amplification et la combinaison des signaux à l'intérieur de la cellule 162

L'amplification du signal dépend d'une chaîne de réactions enzymatiques 162

Différents signaux peuvent se combiner à l'intérieur de la cellule 163

Combattre les toxines bactériennes mortelles 163

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ** 165

10 La division cellulaire 167

Une armée en révolte 167

Les étapes du cycle de division cellulaire 168

Le cycle de division cellulaire est composé de deux étapes principales 169

■ LES CELLULES STAMINALES ET LA RÉGÉNÉRATION DU CORPS HUMAIN 170

L'interphase prépare la cellule à la division 171

La mitose et la cytokinèse : passer d'une cellule à deux cellules identiques 171

Chaque espèce possède un caryotype particulier 171

Les chromosomes deviennent visibles pendant la prophase 173

Les chromosomes sont attachés à l'axe mitotique pendant la prométaphase 173

Les chromosomes s'alignent au milieu de la cellule pendant la métaphase 173

Les chromatides se séparent pendant l'anaphase 173

Les nouveaux noyaux se forment pendant la télophase 173

La division de cellules se produit pendant la cytokinèse 174

La méiose : la division en deux du nombre de chromosomes 175

Les gamètes contiennent la moitié du nombre de chromosomes 176

Les gamètes sont haploïdes, alors que les autres cellules sont diploïdes 176

La méiose I est la division de réduction 177

La méiose II est semblable à la mitose 177

La prolifération des cellules immunitaires et la maladie de Lyme 177

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 181

11 Le cancer : la division cellulaire hors contrôle 182

Transformer un virus en traitement contre le cancer 182

Les régulateurs positifs de la croissance ou la promotion de la division cellulaire 184

Certains virus peuvent provoquer le cancer 184

Les oncogènes jouent un rôle important dans le développement du cancer 186

Les proto-oncogènes produisent beaucoup des protéines impliquées dans les réactions en chaîne 186

Les régulateurs négatifs de croissance ou l'inhibition de la division cellulaire 187

Les gènes suppresseurs de tumeurs bloquent des étapes spécifiques des cascades de signaux du facteur de croissance 188

Les deux copies d'un gène suppresseur de tumeur doivent muter pour provoquer un cancer 189

Une série d'événements hasardeux peut provoquer le cancer 190

Le cancer est un processus aux multiples étapes 190

Le cancer est souvent lié aux choix de style de vie 191

Tirer le meilleur de la perte de p53 193

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 195



Partie 3 : La génétique

12 Les modèles de l'hérédité 199

La princesse perdue 199

La génétique : vue générale 200

Concepts essentiels de la génétique 201

Les mutations des gènes : la source des nouveaux allèles 202

Les modèles fondamentaux de l'hérédité des caractères génétiques 203

Les expériences de Mendel 203

Des caractères hérités sont déterminés par des gènes 204

Les lois de Mendel 205

La première loi de Mendel : la ségrégation égale 205

La deuxième loi de Mendel : l'assortiment indépendant 206

■ LANCER DES PIÈCES DE MONNAIE EN L'AIR ET CROISER DES PLANTES : LA PROBABILITÉ ET LES EXPÉRIENCES DE MENDEL 207

Les extensions des lois de Mendel 207

De nombreux allèles ne montrent pas de dominance complète 208

Les allèles d'un gène peuvent changer l'expression d'un autre gène 208

L'environnement peut modifier les expressions d'un gène 208

La plupart des caractères sont déterminés par plusieurs gènes 209

Récapitulatif 209

La solution du mystère de la princesse disparue 211

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 214

13 Les chromosomes et la génétique humaine 215

Une danse effroyable 215

Le rôle des chromosomes dans l'hérédité 216

Les gènes sont situés sur les chromosomes 216

Autosomes et chromosomes sexuels 217

La détermination du sexe chez l'Homme 217

Le linkage (ou liaison génétique) et le crossing-over (ou recombinaison chromosomique) 218

Exceptions à la loi de l'assortiment indépendant 218

Le crossing-over (ou enjambement chromosomique) perturbe le linkage (ou liaison génétique) 219

Les origines de la variabilité génétique entre les individus 219

Les désordres génétiques humains 220

L'hérédité autosomique des mutations de gènes singuliers 221

L'hérédité liée au sexe : des mutations de gènes singuliers 223

Les anomalies chromosomiques héritées 224

Découvrir la génétique de la maladie de Huntington 225

■ RETRACER L'ORIGINE DE L'HÉRÉDITÉ D'UN GÈNE DE MALADIE 226

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 229

14 L'ADN 231

La bibliothèque de la vie 231

La recherche du matériel génétique 232

Des bactéries inoffensives peuvent être transformées en bactéries mortelles 233

L'ADN peut transformer des bactéries 234

Les instructions génétiques des virus sont contenues dans l'ADN 234

La structure tridimensionnelle de l'ADN 235

L'ADN est une double hélice 235

■ ROSALIND FRANKLIN : SA CONTRIBUTION CAPITALE À LA DÉCOUVERTE DE LA STRUCTURE DE L'ADN 236

Comment l'ADN est répliqué 237

La réparation de l'ADN endommagé 238

Peu d'erreurs sont commises au cours de la réplication de l'ADN 238

La fonction normale des gènes dépend de la réparation d'ADN 239

Les coups de soleil et les panais 240

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 243

15 Du gène à la protéine 245

Trouver le messenger et résoudre le code 245

Les gènes codent les protéines 246

Les gènes contiennent l'information pour la synthèse des molécules d'ARN 246

Trois types d'ARN sont impliqués dans la production des protéines 246

Comment les gènes contrôlent la production des protéines 247

La transcription : de l'ADN à l'ARN 248

Le code génétique 250

La traduction : de l'ARNm à la protéine 251

L'effet des mutations sur la synthèse des protéines 253

De nombreuses mutations changent une seule paire de bases 253

Les insertions ou les suppressions d'une série de bases sont des événements courants 254

Les mutations peuvent causer une modification de la fonction des protéines 254

■ LE CAFÉ RÊVÉ : TOUT L'ARÔME SANS L'ÉNERVEMENT 254

Révision générale : du gène au phénotype 255

Le code génétique en évolution 256

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 258

16 Le contrôle de l'expression génétique 259

Les légendes grecques et les agneaux borgnes 259

L'empaquetage de l'ADN dans les eucaryotes 261

L'organisation fonctionnelle de l'ADN 262

Seul un petit pourcentage d'ADN eucaryote est composé de gènes 262

Les voies de l'expression génétique 263

Les organismes règlent l'expression génétique en réponse aux changements environnementaux à court terme 263

■ BARBARA MCCLINTOCK ET LES « GÈNES SAUTEURS » 264

Différents gènes sont exprimés à des moments distincts au cours du développement 264

Les cellules différentes expriment des gènes différents 265

Comment les cellules contrôlent l'expression génétique 266

Les cellules règlent l'expression de la plupart des gènes en contrôlant la transcription 267

Les cellules utilisent d'autres procédés pour contrôler l'expression génétique 268

Les conséquences du contrôle de l'expression génétique 268

La biologie du génome 269

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 273

17 La technologie de l'ADN 275

Les lapins lumineux et la nourriture pour tous 275

Travailler avec l'ADN : les techniques de manipulation de l'ADN 276

Les enzymes clés de la technologie de l'ADN 276

L'électrophorèse sur gel 277

L'hybridation de l'ADN 278

Le séquençage et la synthèse de l'ADN 279

La production de nombreuses copies d'un gène : le clonage de l'ADN 279

Les banques génomiques 279

La réaction en chaîne de la polymérase 280

Les applications de la technologie de l'ADN 281

■ LA TECHNOLOGIE DE L'ADN PEUT-ELLE ÊTRE UTILISÉE POUR SAUVER LES ESPÈCES MENACÉES D'EXTINCTION ? 282

L'empreinte ADN 282

Le génie génétique 283

Les problèmes éthiques et les risques de la technologie de l'ADN 285

La thérapie génique humaine 285

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 289

18 L'exploitation du génome humain 291

Une boule de cristal pour votre santé 291

2000 ans à la recherche du génome humain 293

Des pois de Mendel à la double hélice 293

La révolution génomique 294

La recherche publique et le bénéfice commercial 296

L'examen précoce de notre modèle génétique 299

L'assistance médicale personnalisée 300

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 304



Partie 4 : L'évolution

19 Le fonctionnement de l'évolution 307

Le début du voyage 307

L'évolution biologique : le résultat des changements génétiques 308

Les mécanismes de l'évolution 309

Les conséquences de l'évolution pour la vie sur Terre 310

Les adaptations sont le résultat de la sélection naturelle 310

La diversité du vivant résulte de la séparation d'une espèce en deux ou plusieurs nouvelles espèces 311

Les caractères partagés sont dus à une ascendance commune 311

Les preuves irréfutables de l'évolution 312

La paléontologie soutient la théorie de l'évolution 312

Les organismes renferment des preuves de leur histoire évolutionniste 313

La dérive des continents et l'évolution expliquent la localisation géographique des fossiles 314

Les observations directes révèlent des changements génétiques dans les espèces 314

La création de nouvelles espèces peut se réaliser expérimentalement et naturellement 315

L'impact de la pensée évolutionniste 315

L'évolution en action 316

■ **LA CRÉATIONNISME : UNE ALTERNATIVE SCIENTIFIQUE À L'ÉVOLUTION ? 317**

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 321**

20 L'évolution des populations 323

L'évolution et le SIDA 323

Définitions principales : la fréquence génotypique et la fréquence allélique 324

La variation génétique : le fondement de l'évolution 325

La mutation et la recombinaison créent la variation génétique 325

Quand les populations n'évoluent pas 326

La mutation : la source de la variation génétique 327

Le croisement non aléatoire : la modification des fréquences génotypiques 327

Le flux génétique : l'échange des allèles entre les populations 328

■ **LA MUTATION ET LA RÉSISTANCE AU VIH 329**

La dérive génétique : l'effet du hasard 330

La dérive génétique affecte de petites populations 330

Les goulets d'étranglement génétiques peuvent menacer la survie des populations 331

La sélection naturelle : les effets des allèles bénéfiques 332

Les types de sélection naturelle 332

L'avantage des hétérozygotes 334

La crise de la résistance aux antibiotiques 335

■ **QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 338**

21 Adaptation et spéciation 339

Les mystères des cichlidés 339

L'adaptation : l'ajustement aux défis environnementaux 340

Différents types d'adaptations coexistent dans la nature 340

Toutes les adaptations partagent certaines caractéristiques essentielles 340

Les populations ont la capacité de s'adapter rapidement aux changements environnementaux 341

L'adaptation ne crée pas d'organismes parfaits 342

Les restrictions génétiques 342

Les restrictions développementales 342

Les compensations écologiques 343

Qu'est-ce qu'une espèce ? 343

Les espèces sont reproductivement isolées les unes des autres 344

La spéciation : la formation de la biodiversité 346

La spéciation s'explique par les mêmes mécanismes que ceux responsables de l'évolution des populations 346

La spéciation résulte souvent de l'isolement géographique 346

La spéciation peut se produire sans isolement géographique 346

Les taux de la spéciation 348**Les implications de l'adaptation et de la spéciation 348****La spéciation rapide des cichlidés du lac Victoria 348****■ L'ORIGINE DES CHIENS, DU MAÏS ET DES VACHES 349****■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 353****22 L'histoire évolutive de la vie 355****Des fossiles surprenants dans une terre congelée 355****L'inventaire des fossiles : un guide du passé 356****L'histoire de la vie sur terre 358**

Les premiers organismes monocellulaires ont vu le jour il y a au moins 3,5 milliards d'années 358

La vie multicellulaire a évolué il y a environ 650 millions d'années 359

La colonisation de la terre a fait suite à l'explosion cambrienne 360

L'effet de la dérive continentale 361**Les extinctions de masse : Les pertes d'espèces dans le monde entier 363****Les radiations évolutives : l'augmentation de la diversité de la vie 365**

L'apaisement de la concurrence entre espèces 365

Les principales innovations évolutives 365

Les interactions écologiques 365

Les faibles taux de flux génétique 365

Une révision de l'histoire évolutive du monde vivant 365

La diversité de la vie a augmenté au cours du temps 366

La macroévolution est un processus différent de l'évolution des populations 367

Quand l'Antarctique était verte 367**■ GEERAT VERMEIJ : UNE APPROCHE MANUELLE DE L'ÉVOLUTION 368****■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 371****23 L'évolution de l'espèce humaine 373****Les Néanderthaliens 373****L'évolution des mammifères : d'un rôle mineur à la dominance 374****L'origine et l'évolution des primates 375**

Les tendances évolutives chez les primates 376

L'évolution des hominidés : le passage à la bipédie 376**L'évolution dans le genre *Homo* 378****L'origine et la diffusion des hommes contemporains 380****Des outils en pierre à l'agriculture 381****Vue d'ensemble sur l'évolution humaine 382****Le futur évolutif des humains 383****■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 387**



Partie 5 : Forme et fonction

24 *Revue de la forme et de la fonction de la vie* 391

Les détectives de la pollution 391

Comment les organismes contrôlent-ils les conditions à l'intérieur de leurs cellules ? 392

Tout ce qui entre ou sort d'une cellule doit traverser la membrane plasmique 393

Les cellules peuvent transporter des substances à travers la membrane plasmique avec ou sans dépense d'énergie 393

Les petites molécules peuvent diffuser à travers la bicouche de phospholipides 394

■ LES COURSES DE CHIENS DE TRAÎNEAUX ET LA DIPHTÉRIE 395

Le transport passif à travers la membrane plasmique repose sur les canaux et les transporteurs protéiques passifs 396

Le transport actif repose sur les transporteurs protéiques actifs 396

Le transport actif et le transport passif sont souvent couplés 396

Les fonctions essentielles à la vie 397

Le transfert des matériaux vers l'intérieur et l'extérieur des organismes rend la vie possible 397

De nombreuses fonctions ordinaires facilitent le transfert des matériaux 397

La réussite d'un organisme se mesure à son succès reproducteur 397

Les organismes pluricellulaires font face à des défis auxquels ne sont pas confrontés les organismes unicellulaires 397

Comment les différences morphologiques entraînent-elles des différences fonctionnelles ? 398

Les organismes pluricellulaires peuvent dédier des cellules à une fonction spécialisée 398

Les différences entre les organismes pluricellulaires résultent du procédé qu'ils utilisent pour capter l'énergie et maintenir la forme de leurs cellules 398

Les cellules des organismes pluricellulaires sont fortement organisées 398

Les biologistes reconnaissent quatre types cellulaires chez les animaux 399

Les biologistes reconnaissent chez les plantes dix types cellulaires organisés en sept types tissulaires et trois systèmes tissulaires 400

Pourquoi les lichens sont-ils aussi sensibles à la pollution atmosphérique ? 401

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 403

25 *Taille et complexité* 405

Les monstres cinématographiques 405

Vue d'ensemble de la taille et de la complexité 406

La surface et le volume : l'importance de la taille 407

Les changements de taille affectent différemment les mensurations corporelles 407

■ APPRÉCIER LES PETITES CHOSES DE LA VIE 408

Le rapport surface-volume diminue quand la taille augmente 409

L'utilisation de la taille corporelle pour comprendre la biologie 410

Les rapports allométriques expliquent les modes de vie généraux et les fonctions biologiques 410

Les rapports allométriques des applications pratiques primordiales 411

L'évolution de la grande taille 412

La complexité et ses implications 413

La complexité évolue à partir d'unités répétées 413

L'avantage de la complexité réside dans la spécialisation des cellules 413

La complexité nécessite une bonne coordination entre les cellules 413

L'invraisemblance de King Kong 415

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 417

26 Le support et la forme 419

Les chats et les hommes sauteurs 419

Le squelette humain 420

L'os est le principal tissu de support du corps humain 420
Les tissus conjonctifs et les squelettes hydrostatiques offrent un support supplémentaire 420

Un inventaire des squelettes animaux 421

Les animaux sont dotés de tissus de soutien spécialisés 421
Les squelettes hydrostatiques constituent le principal système de support chez les animaux à corps mou 421
Des squelettes internes ou externes 422
Les articulations permettent aux squelettes des animaux de se plier 422

Les systèmes de support des plantes, des mycètes et des organismes monocellulaires 423

Les organismes monocellulaires sont soutenus par la paroi de leurs cellules 423
Les plantes et les mycètes pluricellulaires dépendent aussi des parois cellulaires pour assurer leur support 423

Comment les systèmes de support soutiennent les organismes 424

Les matériaux qui composent les squelettes 424

Les matériaux biologiques sont légers et résistent à la tension 424
Les minéraux provenant de l'environnement donnent de la rigidité 426
Les squelettes hydrostatiques offrent relativement peu de rigidité mais beaucoup de flexibilité 427

L'évolution des squelettes dans l'eau et sur la terre ferme 427

Le genou humain 428

L'atterrissage des chats et des hommes 429

■ L'INCUBATION DES ŒUFS : UN DÉSASTRE CONCASSEUR POUR L'AEPYORNIS MAXIMUS DISPARU ? 431

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 433

27 Le mouvement 435

Les spermatozoïdes et les compétitions d'athlétisme 435

Les muscles des animaux sont des moteurs biologiques 437

Le tissu musculaire est doté d'une structure qui reflète sa fonction 437

L'actine et la myosine interagissent dans la contraction musculaire 438

Les muscles fonctionnent en couple 438

Comment les animaux convertissent la contraction musculaire en mouvement 438

La force des muscles dépend de l'abondance en tissu musculaire 438

La vitesse de la contraction musculaire dépend de la longueur et du type de muscle 439

Les muscles et les squelettes contrôlent la force et la vitesse de mouvement 440

La locomotion animale 441

Les animaux peuvent se déplacer par la course, le vol ou la nage 442

La traînée s'oppose à la progression vers l'avant 442

■ LES COÛTS ÉNERGÉTIQUES DE LA COURSE, DU VOL ET DE LA NAGE 443

La sélection naturelle favorise les organismes qui réduisent au minimum la traînée 443

Comment se déplacent les protistes et les bactéries 443

Comment se déplacent les eucaryotes autres que les animaux 445

Les flagelles bactériens possèdent des moteurs rotatoires 445

Comment se déplacent les plantes et les mycètes 445

Les spermatozoïdes et les compétitions d'athlétisme 447

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 449

28 Nutrition 451

Le développement de l'agriculture et l'augmentation de la malnutrition 451

Les éléments nutritifs 452

Comparaison entre les producteurs et les consommateurs 453

Les besoins alimentaires des producteurs et des consommateurs 454

Les producteurs dépendent des aliments minéraux 454

Les consommateurs dépendent des composés organiques comme sources d'aliments et d'énergie 455

Comment les racines des plantes absorbent les éléments nutritifs 456

Comment le système digestif animal traite les aliments 457

Les animaux ont une structure intestinale remarquablement uniformisée 458

Les animaux peuvent s'approcher de leur nourriture ou attendre qu'elle s'approche d'eux 459

Quelques modèles généraux de la décomposition et de l'absorption des aliments 459

De nombreux animaux broient leur nourriture en petits morceaux pour accélérer la digestion 460

Les consommateurs et les producteurs décomposent des molécules complexes en molécules plus simples facilement absorbées 460

L'absorption dépend de la surface traversée par les nutriments 462

Quand les nutriments sont rares 462

Les plantes poussant dans des environnements pauvres en aliments possèdent des dispositifs spécialisés leur permettant d'obtenir et de garder les éléments nutritifs 462

Les herbivores ont des intestins spécialisés qui leur permettent d'extraire des nutriments à partir de tissus végétaux pauvres en protéines 463

■ LE CAS DES DÉFICITS ENZYMATIQUES 464**L'agriculture et la malnutrition révisées 465****■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 468**

29 *Les échanges gazeux 469*

À de hautes altitudes 469

L'oxygène et l'anhydride carbonique sont absorbés et libérés des organismes par diffusion 470

■ L'AZOTE, L'AZOTE PARTOUT... 471

Règle 1 : Plus la concentration d'un gaz dans l'environnement est élevée par rapport à celle du milieu intérieur d'un organisme, plus le gaz se répandra rapidement dans l'organisme 471

Règle 2 : Plus il y a de surface disponible pour la diffusion, plus le gaz se répandra rapidement 471

Règle 3 : Plus la distance qu'un gaz doit parcourir est courte, plus la diffusion de gaz disponible pour l'organisme peut être rapide 472

L'oxygène et l'anhydride carbonique dans l'environnement 472

Les problèmes de l'échange gazeux dans un environnement terrestre sont différents de ceux qui se posent dans un environnement aquatique 472

L'oxygène se répand dans les animaux plus rapidement que l'anhydride carbonique ne se répand dans les plantes 473

Les structures d'échange gazeux 474

De nombreux petits organismes ne possèdent pas de structures spécialisées d'échange gazeux 474

Les structures d'échange gazeux des organismes aquatiques et terrestres sont différentes 474

L'étendue des surfaces d'échange gazeux obéit aux besoins de l'organisme 475

Comment les plantes et les animaux transportent les gaz vers les cellules à activité métabolique 476

Les plantes et les insectes apportent les gaz à leurs cellules avant de les absorber 476

Les hommes et de nombreux autres animaux absorbent l'oxygène avant de le transporter 477

Les échanges gazeux sur la terre 479**L'échange gazeux et la photosynthèse des plantes 479**

La pénurie d'anhydride carbonique dans l'atmosphère occasionne certaines difficultés chez les producteurs 480

Les photosynthèses en C4 CAM permettent aux producteurs d'utiliser l'anhydride carbonique plus efficacement dans des conditions ensoleillées ou sèches 480

Les échanges gazeux en haute altitude 482**■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 484**

30 *Transport interne 485*

La haute pression dans la savane africaine 485**Qui a besoin de transport interne ? 486****Le système circulatoire humain 487**

Le sang circule dans toutes les régions du corps humain grâce aux vaisseaux sanguins 487

Le cœur humain produit une pression qui propulse le sang à travers les vaisseaux sanguins 487

Le système circulatoire humain s'adapte aux variations des exigences du corps 489

Les vaisseaux sanguins animaux 490

La grande taille et les parois complexes des artères et des veines favorisent le transport du sang 490

Les petits diamètres et les fines parois des capillaires conviennent à l'échange des matériaux 490

Le cœur des animaux 491

Les cœurs des animaux utilisent des muscles pour assurer un flux à sens unique 491

Les cœurs des animaux doivent surmonter une trainée de frottement et la pesanteur 492

■ COMMENT PROVOQUER L'ÉVANOUISSEMENT D'UN SERPENT DE MER ? 492

Le transport interne des plantes : une approche différente 493

La structure des tissus vasculaires des plantes 493

Comment les plantes déplacent-elles la sève ? 494

L'écoulement du phloème est basé sur la pression osmotique 494

L'écoulement du xylème est basé sur l'évaporation de l'eau des feuilles 495

Les acacias et les girafes 497

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 499

31 *La régulation du milieu intérieur* 501

Les gardiens géants du désert de Sonora 501

Un échec de l'homéostasie provoque un coup de chaleur chez l'homme 502

Les cellules fonctionnent mieux dans les conditions optimales du milieu intérieur 503

La vie dépend de l'eau à l'état liquide 503

Pour être active, la majorité des organismes nécessite des températures comprises entre 0 °C et 40 °C 503

La majorité des organismes fonctionne mieux à l'intérieur d'une gamme réduite de conditions 504

Quelques caractéristiques fondamentales de l'homéostasie 504

Les gains doivent être équivalents aux pertes 504

Certains organismes ne peuvent pas réguler leurs conditions internes 504

Les conditions internes des grands organismes changent plus lentement que celles des petits organismes 504

Comment les organismes régulent leurs concentrations hydriques et en solutés 505

Les organismes absorbent et éliminent l'eau de manière passive 505

Le métabolisme modifie constamment la teneur en eau à l'intérieur des organismes 506

La plupart des animaux ont des reins spécialisés qui contrôlent la teneur en eau et les concentrations en solutés ou corps dissous 506

L'environnement affecte la régulation de la concentration interne en eau 508

Comment les organismes échangent la chaleur 509

L'échange de chaleur par conduction et rayonnement dépend des conditions environnementales 509

La convection maintient une grande différence de température entre la surface d'un organisme et son environnement 511

L'évaporation permet à certains organismes de perdre de la chaleur dans certains milieux terrestres particulièrement chauds 511

La chaleur métabolique contribue à la régulation de la température chez certains groupes d'organismes 511

Deux exemples illustrant la régulation de la température corporelle chez les organismes 512

Les iguanes marins ectothermes captent la chaleur sur la terre ferme et l'utilisent lorsqu'ils s'alimentent sous l'eau 512

Les mésanges à tête noire endothermes doivent réduire la perte de chaleur pour survivre aux hivers froids 512

Le souffle des dinosaures était-il chaud ou froid ? 513

Les cactus saguaros, ou les maîtres de l'extrême 514

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 516

32 *Les défenses de l'organisme* 518

Le SIDA en Afrique 518

Les principes fondamentaux des défenses de l'organisme 519

Les micro-organismes pathogènes sont différents des organismes carnivores et herbivores 519

Une vue d'ensemble des mécanismes de défense 519

Empêcher l'introduction des agents pathogènes 520

Les populations denses d'hôtes favorisent la propagation des agents pathogènes 520

Les barrières externes du corps préviennent l'introduction des agents pathogènes 520

Les blessures permettent aux agents pathogènes de pénétrer dans un organisme 521

Le système immunitaire des vertébrés : les conséquences d'une lésion 521

Le système immunitaire défend les vertébrés contre les agents pathogènes 522

Scénario 1 : le corps se défend contre un nouvel envahisseur 522

■ J'AI DE LA FIÈVRE 523

Scénario 2 : Le système immunitaire répond beaucoup plus efficacement à une deuxième exposition à un envahisseur 524

Les vaccins stimulent le système immunitaire pour assurer une protection 525

Comment les bactéries, les invertébrés et les plantes se défendent-ils contre les agents pathogènes ? 525

La reconnaissance du soi est la première étape dans la défense contre les agents étrangers 525

Les hôtes limitent les dommages provoqués par les agents pathogènes étrangers 526

Éviter les attaques des carnivores et des herbivores 526

Éviter d'être repéré par des carnivores et des herbivores est la première étape du processus de défense 526

Les défenses physiques permettent d'éviter une attaque après avoir été découvert 527

Les défenses comportementales fournissent aux animaux d'autres alternatives pour éviter l'agression des agents envahisseurs 528

Après leur découverte par les herbivores, les plantes peuvent limiter les dommages causés par leur attaque 529**Pourquoi le SIDA est-il une maladie si mortelle ? 529****■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 532****33 Les hormones 533****De la chenille au papillon 534****Le fonctionnement des hormones 534**

Les hormones déclenchent des réponses au niveau des cellules cibles 534

Les stéroïdes et le cyclisme 535

La plupart des hormones sont transportées par le système de circulation interne pour atteindre les cellules éloignées 536

Les cellules cibles amplifient le signal hormonal 536

La croissance et le développement des plantes sont contrôlés par un nombre réduit d'hormones 536

Les hormones contribuent à la germination des graines 536

Les hormones des plantes contrôlent l'allongement de la tige et la croissance des racines 537

Les périodes de formation des fleurs et des graines dépendent des hormones végétales 538

La dormance contrôlée par les hormones permet aux plantes de survivre à des conditions environnementales défavorables 539

Les hormones régulent les défenses chez les plantes 540**Les hormones régulent le milieu interne des animaux 540**

Les hormones régulent les niveaux de glucose 540

Les hormones régulent la concentration et la distribution des nutriments minéraux 541

Les hormones régulent la reproduction humaine 542

Les hormones participent au développement sexuel avant la naissance 542

Les hormones contrôlent la maturation sexuelle à la puberté 543

Les hormones régulent le cycle menstruel chez les femmes 543

Comment les hormones coordonnent-elles la métamorphose de la chenille en papillon ? 544**■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 547****34 Les systèmes nerveux et sensoriel 549****Les membres sont amputés mais la douleur persiste 549****Comment les neurones créent et transmettent des signaux électriques rapides 550**

Les neurones et les nerfs 550

Les axones conduisent des signaux électriques auto-renforcés dans une seule direction 550

Les axones myélinisés des vertébrés transmettent des potentiels d'action de façon particulièrement rapide 551

Les neurotransmetteurs transmettent des signaux entre cellules adjacentes 553

Les structures sensorielles permettent aux organismes de répondre à leur environnement 553

Les composés chimiques fournissent aux organismes des informations sensorielles essentielles 554

Les sens tactiles et auditifs interprètent des stimuli mécaniques 554

De nombreux organismes peuvent distinguer la lumière et l'obscurité, mais rares sont ceux qui perçoivent des images 556

Les yeux sur les bouses de vaches 557**L'interprétation des informations transmises sous forme de potentiels d'action dans le système nerveux central 559**

L'organisation du système nerveux central 559

Le réflexe est un exemple du traitement d'une information très simple 560

La moelle épinière et l'encéphale exécutent des traitements d'informations plus complexes 560

L'organisation du cerveau humain 560

La perception et la douleur 561

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 563

35 Le comportement 565

Les papillons intelligents 565

Un exemple de comportement :
l'allaitement 566

Le long voyage de retour 567

Qui peut exécuter un comportement ? 568

Les bactéries sont attirées par la nourriture 568

Les plantes peuvent ouvrir et fermer leurs fleurs en réponse à
la température 568

Les animaux sont largement dépendants de leur
comportement 569

Les comportements innés et acquis chez les
animaux 569

Les animaux présentent des comportements innés stéréotypés
en réponse aux stimuli les plus simples 569

Les comportements acquis fournissent aux animaux des
réponses plus souples 571

L'évolution du comportement animal 571

Les gènes contrôlent les comportements innés 571

Les gènes influencent également des comportements
acquis 572

La communication permet des interactions
comportementales entre les animaux 572

La communication est la production de signaux par un animal
qui stimulent une réponse chez un autre animal 572

Pourquoi les animaux communiquent-ils ? 573

Le langage est un caractère uniquement humain 573

Le comportement social chez les animaux 574

La vie en groupe offre de nombreux avantages 574

Les individus vivant en groupe agissent souvent de manière à
ce que cela bénéficie davantage aux autres membres du
groupe qu'à eux-mêmes 575

Les insectes sociaux représentent-ils le stade suprême de la vie
en groupe ? 575

Pourquoi les *Battus philenor*
apprennent-ils ? 576

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 578

36 La reproduction 579

Le changement de sexe 579

La reproduction et la recombinaison génétique
chez les bactéries et chez les eucaryotes 581

Chez les procaryotes, le transfert des gènes est un processus
unidirectionnel distinct de la reproduction 581

Les deux parents eucaryotes fournissent chacun des gènes
pendant la reproduction sexuée 581

La reproduction animale 582

La reproduction humaine possède de nombreux caractères
fondamentaux communs avec la reproduction sexuée chez
les animaux 583

Des nombreux animaux se reproduisent de
manière asexuée 584

Les maladies sexuellement transmissibles :
le côté noir des rapports sexuels 584

Les animaux peuvent être mâles, femelles ou les deux 585

La reproduction des plantes 586

Les plantes produisent des gamètes chez des individus
séparés 586

Les plantes à fleurs suivent le modèle de base de la
reproduction sexuée des plantes 587

Assurer une rencontre entre les spermatozoïdes
et les ovocytes 588

Réduire la distance entre les spermatozoïdes et les ovocytes
augmente le succès de la fécondation 588

Les animaux mobiles recherchent activement leurs
partenaires 588

Les plantes et les animaux immobiles ont besoin d'autres
moyens de transport pour leurs spermatozoïdes 589

L'environnement détermine les sites de libération des
gamètes 590

Le choix du partenaire 590

Les mâles et les femelles choisissent leurs partenaires de
manières différentes 591

Les femelles choisissent des mâles de haute qualité 591

Les sexes et l'allocation des ressources
énergétiques 592

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 595

37 Le développement 597

Le clonage des carottes et des brebis 597

Le développement animal 598

Une division cellulaire rapide caractérise le développement de
l'embryon précoce 598

Au cours de la deuxième étape du développement animal,
trois couches cellulaires se différencient 599

La prolifération, la différenciation et le réarrangement
des cellules donnent naissance au corps d'un individu
mature 600

Pourquoi les vers ? 600

Le développement des plantes 601

Les plantes commencent leur développement à l'intérieur des graines ou des spores 602

Les plantes qui produisent des graines présentent certaines particularités de développement 602

Le procambium, le méristème fondamental et le protoderme se différencient pour former les organes de la plante 603

Le développement des plantes dépend fortement de la production de modules identiques 603

Qu'est-ce qui contrôle le développement ? 604

Les gènes qui sont activés et inactivés pendant le développement déterminent le destin des cellules 604

Le destin cellulaire est de plus en plus limité au cours du développement 605

Des molécules spécifiques activent ou inactivent des gènes dans l'organisme en développement 605

L'environnement peut influencer le développement 606

Le développement et l'évolution 607

Les modifications de la forme de la fleur peuvent résulter de changements sur un seul gène 607

Les changements de l'expression d'un gène simple pourraient inexorablement modifier la forme de la patte d'un poulet 608

La synchronisation des événements au cours du développement est différente chez les hommes et les chimpanzés 608

Pourquoi pouvons-nous cloner des carottes et des brebis ? 609

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 612

38 De la naissance à la mort 613

Trop de monde ? 613

En quoi les vies humaines diffèrent-elles de celles des autres animaux ? 614

Les hommes se développent lentement 614

Les hommes engendrent un nombre réduit de descendants, mais ils consacrent beaucoup d'attention à chacun d'entre eux 614

La grande taille du cerveau humain peut être liée à la complexité du système social 615

Le développement commencé dans l'utérus se poursuit pendant l'enfance 616

Les enfants humains naissent à un stade particulièrement précoce de leur développement 616

Le développement de l'homme continue après la naissance 616

Le comportement, y compris le langage, se développe pendant l'enfance selon un plan défini 617

Nous atteignons la maturité sexuelle pendant l'adolescence 618

L'âge de la reproduction 618

Il n'est pas facile d'avoir un enfant 618

De nouvelles technologies de reproduction peuvent aider à résoudre des problèmes de stérilité 619

Pourquoi l'accouchement est-il si risqué ? 619

La vieillesse : la vie après la reproduction 621

La ménopause marque la fin de la période de reproduction 621

Pourquoi un âge avancé est-il si rare ? 621

Pouvons-nous vivre éternellement ? 621

Le contrôle des naissances et la croissance de la population humaine 622

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 625



Partie 6: Interactions avec l'environnement

39 La biosphère 629

El Niño 629

L'écologie : l'étude des interactions entre les organismes et leur environnement 630

Le climat 631

Le climat dépend des rayonnements solaires incidents 631

Les mouvements d'air et d'eau déterminent le climat 632

Les caractéristiques principales de la surface de la Terre

influencent aussi le climat 634

La formation des déserts 634

Les biomes terrestres 635

La localisation des biomes terrestres est déterminée par le climat et les activités humaines 635

Les biomes aquatiques 637

Qu'est ce qu'un « biome naturel » ? 638

Les biomes aquatiques sont influencés par les biomes terrestres, le climat et les activités humaines 638

Un monde 640

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 643

40 Pourquoi les organismes vivent à l'endroit où ils vivent 645

La vie en conditions extrêmes 645

Les aires de distributions géographiques des espèces : là où vivent les organismes 646

Les espèces sont distribuées de manière hétérogène 647

Le secret des papillons monarques 648

Les facteurs qui déterminent la distribution géographique des espèces 649

L'histoire : l'évolution et la dérive continentale 649

La présence de l'habitat approprié 649

La dispersion 651

Les changements de distributions géographiques des espèces 651

Le changement du climat peut modifier la distribution des espèces 652

La perte de l'habitat réduit la variété des espèces 652

L'importance de la connaissance de la distribution géographique des espèces 654

La vie dans les cavernes 654

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 657

41 L'accroissement des populations 659

La tragédie de l'île de Pâques 659

Qu'est-ce qu'une population ? 660

Les changements de taille d'une population 660

La croissance exponentielle 661

La croissance exponentielle d'une espèce introduite 662

Les populations ne peuvent pas s'accroître sans limites 662

Les facteurs qui limitent la croissance des populations 664

Revenir des frontières de l'extinction 665

Les modèles de croissance d'une population 665

La croissance de la population humaine : au-delà des limites ? 667

Que nous apportera l'avenir ? 668

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 671

42 Les interactions entre les organismes 673

Les mantes religieuses à la démarche pesante et les horribles parasites 673

Le mutualisme 673

Les types de mutualismes 675

Les mutualistes jouent le jeu pour leur propre profit 675

Les mutualismes sont partout 676

Les mutualismes peuvent déterminer la distribution et l'abondance des espèces 676

Les interactions consommateur-victime 676

S'efforcer d'arrêter l'utilisation du cyanure 677

Les consommateurs peuvent exercer une puissante force de sélection 677

Certains consommateurs altèrent le comportement de leurs victimes 678

Les consommateurs peuvent limiter la distribution et l'abondance de leurs victimes 678

Les consommateurs peuvent entraîner la disparition de leurs victimes 679

La compétition 679

La réalité de la compétition 680

La concurrence peut limiter la distribution et l'abondance des espèces 680

La compétition peut augmenter les différences entre les espèces 680

Les interactions entre les organismes définissent la structure et la composition des communautés et des écosystèmes 682

Les parasites qui altèrent le comportement de leurs hôtes 682

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 685

43 Les communautés 687

La constitution d'une nouvelle communauté 687

La nature des communautés 689

Les réseaux trophiques se composent de différentes chaînes alimentaires 689

Les interactions entre les espèces ont des effets profonds sur les communautés 690

Les communautés changent avec le temps 691

La succession établit de nouvelles communautés et remplace les communautés perturbées 691

Les communautés changent lorsque le climat change 692

Des communautés peuvent se rétablir après certains types de perturbations 693

Les activités humaines peuvent endommager les communautés sur le long terme 693

La perturbation, le changement des communautés et les valeurs humaines 695

Les espèces introduites et le changement des communautés à Hawaï 695

■ PETER VITOUSEK EXAMINE L'IMPACT HUMAIN SUR LES COMMUNAUTÉS ÉCOLOGIQUES 696

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 699

44 Les écosystèmes 701

L'opération « Introduction de chats » 701

Révision du fonctionnement des écosystèmes 702

La capture de l'énergie dans les écosystèmes 703

Le flux d'énergie dans les écosystèmes 705

La pyramide énergétique 705

La productivité secondaire 705

Les cycles des nutriments 706

Les cycles sédimentaires de nutriments 706

Les cycles gazeux de nutriments 708

Les activités humaines peuvent altérer le cycle des nutriments 708

Les polluants contenant du soufre sont responsables de pluies acides 708

Les implications des cycles des nutriments 710

Les écosystèmes offrent des services essentiels à titre gratuit 710

La création d'écosystèmes 712

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 714

45 Les changements globaux 715

La dévastation en haute mer 715

Les transformations des milieux terrestres et aquatiques 716

Les preuves de la transformation des milieux terrestres et aquatiques 717

Les conséquences de la transformation des surfaces terrestres émergées et des milieux aquatiques 718

Les changements de la chimie de la Terre 718

Les changements du cycle global de l'azote 719

Les changements du cycle global du carbone 720

Les niveaux atmosphériques de CO₂ se sont nettement élevés 720Des concentrations en CO₂ élevées ont de nombreux effets biologiques 721

Le réchauffement global 722

Les températures globales semblent s'élever 722

Que nous apportera l'avenir ? 722

Un message de l'écologie 724

L'établissement d'une société durable 725

■ QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'ACTUALITÉ 728

Lectures conseillées LC

Réponses aux questions de révision RQR

Réponses aux questions RQ

Crédits photographiques CP

Glossaire G

Index I