

# Avant-propos

Un ouvrage conforme au nouveau programme, entièrement pensé pour faire progresser les élèves des classes préparatoires tout au long de l'année

■ **Biologie BCPST 2<sup>e</sup> année** est conçu pour accompagner les étudiants des classes préparatoires aux grandes écoles BCPST et TB vers la maîtrise des connaissances du nouveau programme entré en vigueur à la rentrée 2013. Il s'attache particulièrement à prendre en compte l'état d'esprit de ce nouveau programme : une présentation des connaissances articulée avec des savoir-faire regroupant des compétences techniques et pratiques, des capacités de raisonnement et d'investigation et la mise à distance critique des savoirs.

Un ouvrage complet alliant cours, travaux pratiques et analyses de document, complémentaire des enseignements de la classe préparatoire

■ Cet ouvrage a vocation à être consulté en complément du cours de classe préparatoire de seconde année ou au moment des révisions pour le concours. Ce livre présente non seulement les notions et données qui doivent être connues des étudiants, mais propose aussi des ressources et des clés pour mieux comprendre les mécanismes biologiques. Il s'adresse également aux étudiants de Licence, à la recherche d'un ouvrage synthétique et pratique.

■ Pour chaque partie du programme, l'étudiant trouvera :

- un **cours complet** construit sur des faits et des résultats expérimentaux afin de développer la démarche scientifique et adapté aux besoins d'un étudiant de niveau Licence.
- **des travaux pratiques** : pour la première fois dans un ouvrage de ce type les travaux pratiques ne sont pas dissociés en des chapitres distincts, ils sont traités en fiches TP incluses dans le cours. L'objectif est de permettre à l'étudiant de faire la mise en relation directe des connaissances d'ordre pratique avec le traitement conceptuel du cours.
- **des analyses de documents** pour s'entraîner et réinvestir les concepts du cours. Ces documents comportant des données scientifiques et des résultats expérimentaux de toute nature sont proposés à chaque fin de chapitre pour se préparer aux épreuves écrites et orales du concours.
- **des fiches de présentation des principales techniques** utilisées couramment en biologie.

Une présentation claire, rigoureuse et adaptée aux besoins des étudiants

■ Pour aider les étudiants à progresser en classe préparatoire et à réussir les concours, l'ouvrage propose :

- une **iconographie privilégiant les documents photographiques** à la fois pour renforcer les connaissances concrètes, le sens de l'observation et préparer aux épreuves de travaux pratiques.
- **des schémas originaux** pour mieux comprendre les notions abordées, à utiliser pour les épreuves écrites et orales.
- une **mise en relation des savoirs et savoir-faire par de nombreux liens** entre chapitres qui contribuent à construire le réseau de connaissances.

- de nombreux encarts pour approfondir le cours et développer la culture générale de l'étudiant ;
- une synthèse des connaissances fondamentales et des capacités exigibles du programme pour aider les étudiants à faire le point sur leurs connaissances.

### Une équipe d'auteurs parfaitement au fait des attentes des étudiants en classe préparatoire BCPST et des exigences des concours

- Les auteurs de l'ouvrage sont professeurs en classes préparatoires et/ou interrogateurs aux concours de la filière BCPST. Ils connaissent les exigences de la filière mais aussi les difficultés inhérentes à l'apprentissage de domaines scientifiques nécessitant une prise en compte de différentes échelles spatiales et temporelles. Exploitant leurs différents domaines d'expertise, ils ont eu à cœur de construire des cours fondés sur une démarche scientifique fondamentalement adossée à l'observation des phénomènes naturels.

Le programme de sciences de la vie et de la Terre de première et seconde années BCPST est disponible sur le site du Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale  
B.O.E.N. spécial n° 1 du 23 janvier 2014

Le programme de sciences de la vie et de la Terre et de biotechnologies de première et seconde années TB est disponible sur le site du Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale  
B.O.E.N. spécial n° 1 du 23 janvier 2014

<http://www.education.gouv.fr/pid285/le-bulletin-officiel.html>

# Sommaire

Table des TP et des fiches techniques .....xi

Les échelles du vivant .....xv

## L'organisme, un système en interaction avec son environnement ..... 1

### Chapitre 1

Exemple d'une fonction en interaction directe avec l'environnement : la respiration ..... 3

1. Caractéristiques générales des échanges gazeux respiratoires ..... 4
2. Des échangeurs spécialisés ..... 15
3. Un entretien des gradients de pression partielle par les convections externe et interne ..... 36
4. Prise en charge des gaz respiratoires par le fluide interne circulant ..... 43
5. Modulation des échanges par les variations contrôlées de la convection ..... 57

### Chapitre 2

Un exemple d'intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme :

l'appareil cardio-vasculaire et son rôle dans la distribution sanguine ..... 67

1. Le système circulatoire des mammifères, un système de distribution à haut débit ..... 68
2. Le cœur, une pompe musculaire mettant en circulation le sang ..... 76
3. Les vaisseaux sanguins, des conduits de distribution, d'échange et de collecte du sang ..... 94

### Chapitre 3

Un exemple d'intégration d'une fonction à l'échelle de l'organisme :

régulation et adaptation de la pression artérielle moyenne ..... 131

1. La pression artérielle moyenne est une grandeur physiologique  
peu variable et finement régulée ..... 132
2. La pression artérielle moyenne est une grandeur  
dont la valeur est adaptable : cas de l'effort musculaire ..... 152
3. La boucle de régulation de la pression artérielle moyenne s'intègre  
dans un réseau complexe de boucles interconnectées : cas d'une hémorragie ..... 163

### Chapitre 4

Nutrition des angiospermes en relation avec le milieu ..... 181

1. Les angiospermes vivent à l'interface entre le sol et l'atmosphère ..... 183
2. Les sèves réalisent des corrélations entre organes ..... 210
3. Les corrélations entre organes varient au cours du temps ..... 217
4. Les angiospermes rencontrées dans des milieux de vie  
aux contraintes spécifiques présentent des particularités morpho-anatomiques ..... 220

Chapitre 5	
Développement des angiospermes .....	237
1. Le développement végétatif : croissance et organogénèse .....	238
2. Le passage à l'état reproducteur et la morphogénèse florale .....	264
Chapitre 6	
Diversité morpho-fonctionnelle des organismes .....	281
1. Relation entre structure cellulaire et diversité des plans d'organisation .....	282
2. Relation entre croissance et plan d'organisation .....	304
3. Relation entre nutrition et plan d'organisation .....	311
<b>Populations, écosystèmes, biosphère .....</b>	<b>339</b>
Chapitre 7	
Les populations : dynamique et interactions au sein des écosystèmes .....	341
1. Ressources de l'écosystème et dynamique des populations .....	342
2. Diversité et conséquences des interactions biotiques entre les populations .....	373
3. La structure génétique des populations intègre différents paramètres écologiques .....	399
Chapitre 8	
Structure et fonctionnement des écosystèmes .....	433
1. Structuration des écosystèmes par le couplage biotope-biocénose .....	434
2. Exploitation des ressources et flux de matière au travers du réseau trophique .....	451
3. Évolution du couplage biotope-biocénose : la dynamique des écosystèmes .....	490
Chapitre 9	
Flux et cycles biogéochimiques : l'exemple du carbone .....	519
1. Formes et répartition du carbone sur terre .....	520
2. Flux de carbone entre les réservoirs .....	525
3. Variations du cycle du carbone et impact sur la composition atmosphérique et le climat .....	544
<b>La biodiversité et sa dynamique .....</b>	<b>573</b>
La systématique et les sciences de l'évolution : repères historiques et conceptuels .....	575
Chapitre 10	
Les mécanismes de l'évolution .....	581
1. Le processus évolutif : un tri parmi des variants .....	582
2. La spéciation : l'apparition d'un isolement reproducteur entre populations .....	633

Chapitre 11	
Une approche phylogénétique de la biodiversité .....	679
1. La systématique, discipline étudiant et organisant la diversité des organismes vivants .....	680
2. Les caractères utilisés dans l'établissement des liens de parenté.....	692
3. Méthodes de construction et validation des arbres phylogénétiques.....	699
4. Phylogénie du vivant : morceaux choisis.....	712
Fiches techniques.....	741
Étude anatomique des organes végétatifs des angiospermes .....	742
Quelques techniques de coloration.....	746
Annexes.....	747
Quelques points de repère dans la phylogénie des organismes animaux et végétaux.....	749
Quelques grandeurs, unités et constantes utiles en biologie.....	752
Bibliographie.....	755
Index.....	763
Remerciements.....	773



# Table des TP et des fiches techniques

TRAVAUX PRATIQUES (intitulé du programme officiel)      FICHES TP ET FICHES TECHNIQUES CORRESPONDANTES DANS L'OUVRAGE      PAGE

## L'organisme, un système en interaction avec son environnement

Étude d'une fonction : la respiration	▶ TP 1.1 La respiration chez la planaire	9
	▶ TP 1.2 La respiration chez deux annélides marines	11
	▶ TP 1.3 La respiration chez un poisson téléostéen	16
	▶ TP 1.4 La respiration chez l'écrevisse	19
	▶ TP 1.5 La respiration chez la moule	23
	▶ TP 1.6 La respiration chez la souris	28
	▶ TP 1.7 La respiration chez le criquet	34
Cœur et vaisseaux sanguins	▶ TP 2.1 Organisation anatomique du cœur des mammifères	77
	▶ TP 2.2 Organisation histologique des vaisseaux sanguins	95
	▶ TP 2.3 Histologie des artères élastiques	101
	▶ TP 2.4 Histologie des artères musculaires et des artérioles	107
	▶ TP 2.5 Histologie des capillaires	112
	▶ TP 2.6 Histologie des veines	122
Pression artérielle et régulation	▶ TP 3.1 Le contrôle de la fréquence cardiaque : étude de quelques données expérimentales	137
Organisation générale des angiospermes et lien avec le développement	▶ Fiche technique 1 Étude anatomique des organes végétatifs des angiospermes	742
	▶ TP 4.1 Organisation générale de l'appareil végétatif d'une angiosperme	182
	▶ TP 4.2 L'appareil racinaire des angiospermes	185
	▶ TP 4.3 Morphologie et anatomie de la feuille des angiospermes	197
	▶ TP 4.4 Les tissus conducteurs des angiospermes	206
	▶ TP 4.5 Particularités anatomiques des angiospermes adaptées aux milieux contraignants	221
	▶ TP 5.1 Bourgeons et méristèmes apicaux caulinaires	240
	▶ TP 5.2 Le développement de l'appareil caulinaire : ramification et phyllotaxie	249
	▶ TP 5.3 Structure primaire des tiges	255
	▶ TP 5.4 Structures secondaires des tiges et racines : conduction, croissance en épaisseur et protection de surface	259

Diversité morpho-fonctionnelle des organismes	▶ Fiche technique 2 Quelques techniques de coloration	746
• eubactéries	▶ TP 6.1 Quelques eubactéries : diversité des formes, des organisations cellulaires et des métabolismes	283
• eucaryotes unicellulaires hétérotrophes	▶ TP 6.2 Quelques unicellulaires eucaryotes hétérotrophes	288
• « champignons » au sens écologique	▶ TP 6.3 Organisation et diversité des thalles des champignons	294
	▶ TP 6.6 Quelques exemples d'associations interspécifiques impliquant des champignons	323
• « algues » au sens écologique	▶ TP 6.4 Les « algues » de lignée des ochrophytes : phéophycées (algues brunes) et diatomophycées	298
	▶ TP 6.5 Les « algues » de la lignée verte : chlorophytes (algues vertes) et rhodophytes (algues rouges)	307

### Populations, écosystèmes, biosphère

Les populations et leur dynamique	▶ TP 7.1 Approche expérimentale de la dynamique des populations et modèle logistique	361
	▶ TP 7.2 Stratégies démographiques et influence des paramètres de l'environnement sur les populations	369
	▶ TP 7.3 Approche pratique du modèle proie-prédateur	379
	▶ TP 7.4 Structure génétique d'une population : étude de populations d'escargots des haies ( <i>Cepaea nemoralis</i> )	409
	▶ TP 7.5 Effets des régimes de reproduction sur la structure génétique des populations	413
	▶ TP 7.6 Réseau de populations et capacité de dispersion	417
Les écosystèmes, leur structure et leur fonctionnement	▶ TP 8.1 Construction d'un réseau trophique de l'écosystème sol	455
	▶ TP 8.2 Flux de matière et d'énergie : étude des écosystèmes aquatiques	470
Flux et cycles biogéochimiques : cycle du carbone	▶ TP 9.1 Le cycle du carbone : analyse de données et construction d'une représentation	526
Flux et cycles biogéochimiques : cycle de l'azote	▶ TP 9.2 Le cycle de l'azote : analyse de données et construction d'une représentation	539
	▶ TP 9.3 Modifications anthropiques du cycle de l'azote et effets sur le cycle du carbone	563

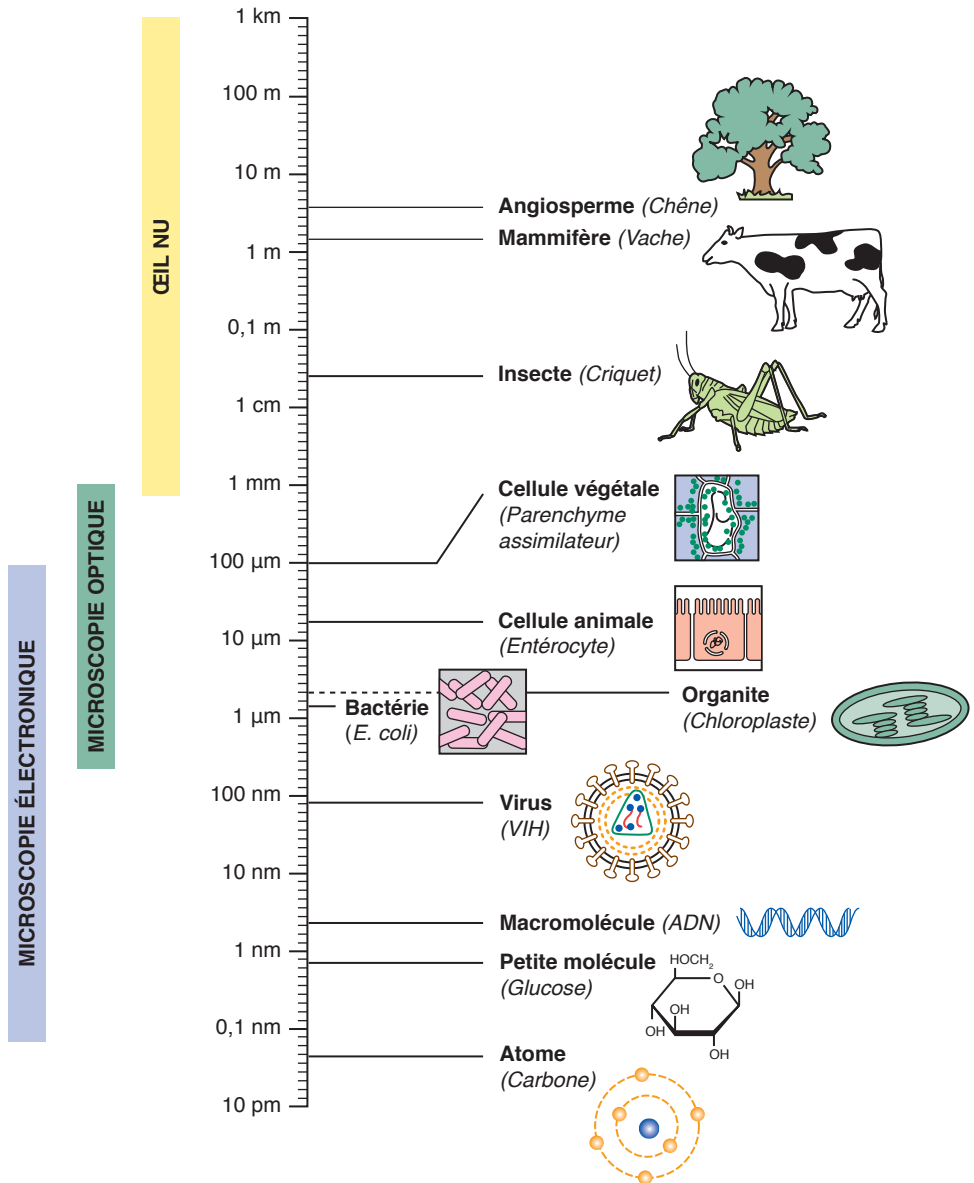


## La biodiversité et sa dynamique

Les mécanismes de l'évolution	▶ TP 10.1 Etude d'un cas naturel de sélection : la phalène du bouleau	586
	▶ TP 10.2 Modélisation de l'évolution des fréquences alléliques à un locus sous sélection	593
	▶ TP 10.3 Maintien du polymorphisme sous sélection : comparaison de la sélection directionnelle et de la superdominance	603
	▶ TP 10.4 Étude de la dérive génétique et de ses conséquences	609
	▶ TP 10.5 Interactions entre dérive et sélection	624
	▶ TP 10.6 Place de la coévolution dans la théorie de l'évolution : l'hypothèse de la reine rouge	630
Approche phylogénétique de la biodiversité <i>(aucune approche pratique n'est mentionnée dans le programme, la fiche TP proposée est une application des méthodes développées dans le cours)</i>	▶ TP 11.1 Pratique de l'analyse cladistique sur un exemple simple	703



# Les échelles du vivant





**L'organisme,  
un système  
en interaction  
avec son  
environnement**

### Capacités exigibles

- ▼ Argumenter à partir d'un nombre réduit d'exemples (mammifère, poisson téléostéen, crustacé, insecte) et des observations faites en travaux pratiques
- ▼ Mettre en évidence les échangeurs respiratoires sur différents supports (dissections, coupes histologiques...) issus de différents modèles animaux (souris, poisson téléostéen, crustacé, insecte, moule, planaire, arénicole ou néréis)
- ▼ Montrer que les échanges respiratoires reposent sur la diffusion des gaz suivant la loi de Fick
- ▼ Relier les dispositifs observés aux différentes échelles :
  - aux contraintes fonctionnelles (diffusion - loi de Fick)
  - aux contraintes du milieu de vie (densité, viscosité, richesse en eau, richesse en dioxygène)
- ▼ Identifier et énoncer des convergences anatomiques ou fonctionnelles
- ▼ Analyser la convection externe sur deux exemples : un téléostéen pour la convection externe en milieu aquatique et un mammifère pour la ventilation pulmonaire
- ▼ Expliquer l'optimisation des gradients de pression partielle sur un exemple d'échange à contre-courant
- ▼ Relier les conditions locales de la fixation et du relargage du dioxygène aux propriétés de l'hémoglobine et au fonctionnement de l'hématie.  
*L'hémoglobine humaine de l'adulte sera le seul exemple abordé*