

**Bio
TECH**

biologie
technique

Collection dirigée par
Joël Cnokaert - IA IPR Biochimie - Génie biologique
Françoise Guillet - IGEN Biotechnologies et secteur médico-social

**CHIMIE
BIOCHIMIE
SCIENCES DU VIVANT**

1^{RE} STL

Karine Baud
Anne Camdessanché
Luc Larrea
Christine Montixi
Laurent Orus
Valérie Rialland

AVANT-PROPOS

La rénovation des baccalauréats *Sciences et techniques de laboratoire* a répondu à la volonté de positionner cette formation dans la perspective des poursuites d'études scientifiques.

Le cycle terminal conduisant au baccalauréat STL met en place un socle de connaissances et une approche de la démarche technologique sur lesquels viennent se greffer les compétences techniques et les approfondissements propres aux différentes spécialisations ultérieures.

Cette nouvelle orientation propose donc aux élèves du cycle STL un enseignement *Chimie-Biochimie-Sciences du vivant* (CBSV), qui leur permet d'acquérir une culture scientifique dans ces trois champs disciplinaires, associés pour une bonne compréhension du fonctionnement du vivant.

Ce manuel *CBSV 1^{re} STL* est construit par thèmes, dans le respect des orientations des programmes qui sont rappelées en tête de chaque chapitre ; il associe :

- des cours apportant les connaissances fondamentales et nécessaires à la compréhension des notions développées ;
 - des activités permettant de conduire une démarche scientifique, que ce soit en exploitant des résultats expérimentaux, en établissant des protocoles pour une démarche d'investigation, ou en analysant des documents scientifiques... Les documents proposés à la réflexion des élèves sont variés et de qualité : articles exprimant des opinions, données statistiques, enquêtes, organigrammes, textes institutionnels, textes juridiques... Ils présentent de façon claire, parfois contradictoire, les réalités du secteur sanitaire et social. Ils illustrent ou prolongent les données des cours, facilitant l'appropriation et la consolidation des connaissances. Les questions proposées aux élèves, à partir d'observations, de caractérisations et d'interprétations, leur permettent de construire réflexion et argumentation et donc d'acquérir une maîtrise des savoirs technologiques ; elles concourent à développer leur autonomie en les conduisant à élargir leur domaine d'investigation. Des résultats expérimentaux sont systématiquement fournis pour que l'élève qui n'a pas accès à un laboratoire puisse acquérir les compétences visées.
- L'utilisation des technologies de l'information est préconisée pour la mise en œuvre de certaines démarches d'investigation par le biais notamment de renvois à des sites informatifs.

L'ouvrage a été conçu par des équipes d'enseignants en charge de l'enseignement CBSV afin qu'il soit pour l'élève source de découvertes, d'interrogations, d'approfondissements, d'efforts, de réussites et qu'au travers des documents abordés, des connaissances exposées, des activités proposées, il lui permette l'acquisition des compétences qui seront nécessaires à sa poursuite d'études.

Qu'il soit aussi pour l'enseignant matière à enrichir ses enseignements, à varier ses approches pédagogiques.

Joël Cnokaert - Inspecteur d'académie, Inspecteur pédagogique régional
Françoise Guillet - Inspectrice générale de l'Éducation nationale

THÈME 1

10

LES SYSTÈMES VIVANTS PRÉSENTENT UNE ORGANISATION PARTICULIÈRE DE LA MATIÈRE

Chapitre 1	Unité, diversité et classification des organismes vivants	12
	Activité 1 – La biodiversité	18
	Activité 2 – Étude d'un écosystème : l'étang	20
	Activité 3 – Les cellules et la classification des organismes vivants	23
Chapitre 2	Imagerie et microscopie : des techniques d'exploration du vivant	24
	Annexe 1 – Le microscope optique	46
	Annexe 2 – L'état frais	48
	Annexe 3 – Réalisation d'un frottis	50
	Annexe 4 – Principales colorations en microbiologie	52
	Annexe 5 – Frottis sanguin et colorations de May-Grünwald Giemsa (MGG)	53
Chapitre 3	Les niveaux d'organisation des organismes vivants	54
	Activité 1 – Les niveaux d'organisation d'un être vivant	64
	Activité 2 – Les organes du corps humain	66
	Activité 3 – L'appareil respiratoire	67
	Activité 4 – Exploration de l'appareil respiratoire par radiographie	69
	Activité 5 – Le cœur	70
	Activité 6 – La circulation du sang dans le corps	72
	Activité 7 – Exploration du cœur par échographie	73
	Activité 8 – Observation de coupes histologiques	74
	Étude des tissus : épithéliaux, conjonctifs, musculaires et nerveux	75
Chapitre 4	La cellule fonde l'unité du vivant	78
	Activité 1 – La cellule à l'échelle du microscope optique	82
	Activité 2 – La cellule à l'échelle du microscope électronique	84
	Annexe – Les composants de l'ultrastructure	86
Chapitre 5	La composition chimique des organismes vivants	88
	Activité 1.1 – Étude qualitative de la composition chimique des cellules	112
	Activité 1.2 – Étude quantitative de la composition chimique des cellules	113
	Activité 1.3 – La variabilité de la teneur en eau des organismes vivants	114
	Activité 2.1 – Comparaison entre la composition élémentaire de la matière inerte et celle des êtres vivants	115
	Activité 2.2 – Étude des atomes	115
	Activité 2.3 – Les principales fonctions organiques	116
	Activité 3.1 – Présentation des différentes familles de biomolécules	117
	Activité 3.2 – La stéréochimie et les configurations des biomolécules	117
	Activité 3.3 – Les conformations des biomolécules	119
	Activité 4.1 – La séquence d'un peptide	120
	Activité 4.2 – Les propriétés géométriques de la liaison peptidique	121
	Activité 4.3 – La structure tridimensionnelle de l'insuline	122
	Activité 4.4 – Rôle des conditions physico-chimiques dans la structure des protéines	126
Chapitre 6	Les propriétés chimiques des molécules de la matière vivante	128
	Activité 1.1 – La dissolution du sel	138
	Activité 1.2 – L'électronégativité et la liaison polarisée	139
	Activité 1.3 – La solubilité des composés chimiques dans l'eau	140
	Activité 1.4 – Extraction de l'huile essentielle d'eucalyptus	143
	Activité 2.1 – Étude spectrophotométrique du bleu de bromothymol (BBT)	144
	Activité 2.2 – Équilibre acide-base et contrôle du pH sanguin	146
	Activité 3.1 – Analyse de la structure des phosphoglycérides	148
	Activité 3.2 – Les associations de phospholipides	150

THÈME 2

152

LES SYSTÈMES VIVANTS ÉCHANGENT DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE

Chapitre 1	Diversité de l'alimentation humaine	154
	Activité – Analyse qualitative et quantitative des pratiques alimentaires des adolescents	162
Chapitre 2	L'appareil digestif et les mécanismes de la digestion	166
	Activité 1 – Étude du rôle des glandes annexes et de leurs relations avec le tube digestif	176
	Activité 2 – Schématisation bilan des différentes composantes de la digestion	177
	Activité 3 – Calcul de la vitesse d'une réaction chimique	178
	Activité 4 – Étude cinétique d'une réaction chimique	180
	Activité 5 – Étude de l'action d'un catalyseur chimique	182
	Activité 6 – Étude de la lipase pancréatique	183
	Activité 7 – Modélisation de l'absorption intestinale	184
Chapitre 3	Les échanges cellulaires	186
	Activité 1 – Identification du phénomène d'osmose	194
	Activité 2 – Étude des mouvements d'eau à travers les membranes biologiques	195
	Activité 3 – Étude des mécanismes de transport et de l'absorption intestinale	196
Chapitre 4	L'homéostasie	198
	Activité 1 – Évaluation des volumes des compartiments liquidiens	210
	Activité 2 – Mesure des volumes des compartiments liquidiens par la technique de dilution	211
	Activité 3 – Élimination rénale du glucose	212

THÈME 3

214

LES SYSTÈMES VIVANTS MAINTIENNENT LEUR INTÉGRITÉ ET LEUR IDENTITÉ EN ÉCHANGEANT DE L'INFORMATION

Chapitre 1	Un système vivant est un système de communication intégré	216
	Activité – Étude des expériences historiques : mise en évidence de l'existence des voies de communication nerveuse et hormonale	220
Chapitre 2	La communication nerveuse	224
	Activité 1 – Neuroimagerie : traitement cortical des informations sensorielles et motrices	232
	Activité 2 – Étude du message nerveux au travers de l'exploration du réflexe myotatique	236
Chapitre 3	La communication hormonale	244
	Activité – L'érythropoïétine (EPO)	250
Chapitre 4	Les communications hormonale et nerveuse : une organisation en boucles de régulation	254
	Activité 1 – La régulation de la glycémie	260
	Activité 2 – Les diabètes sucrés	265

THÈME 4

268

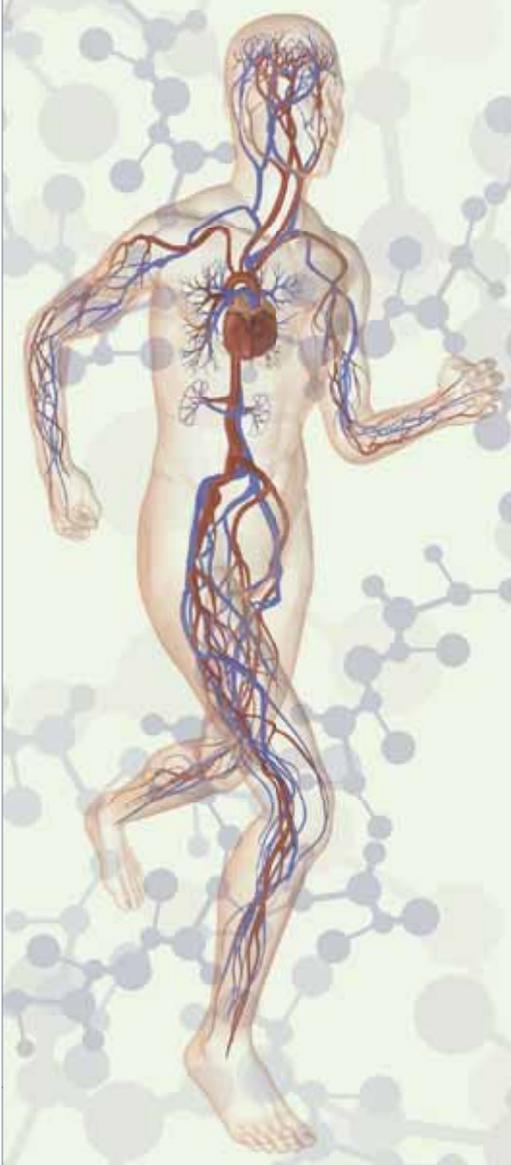
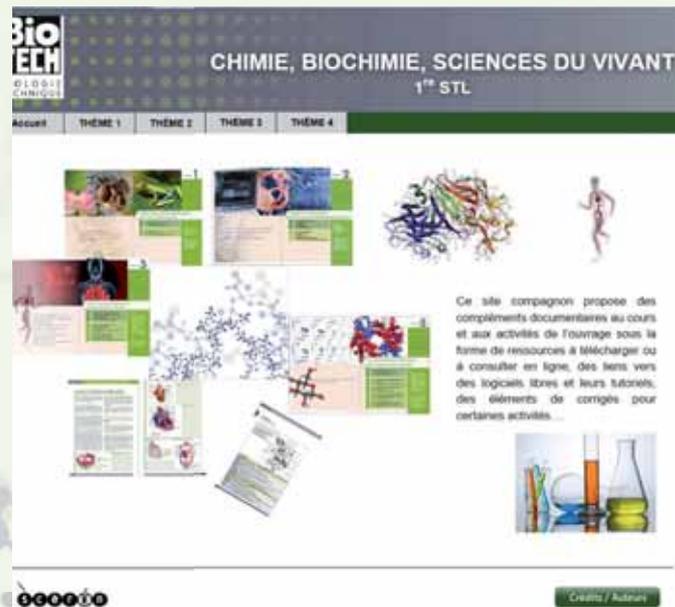
LES SYSTÈMES VIVANTS CONTIENNENT, ÉCHANGENT ET UTILISENT DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

Chapitre 1	Structure et propriétés informatives de l'ADN	270
	Activité 1 – Mise en évidence de la nature biochimique de l'information génétique	276
	Activité 2 – Exploration de la structure de l'ADN	280

LE SITE COMPAGNON

Des ressources et compléments aux activités sont proposés en ligne sur un espace dédié à l'ouvrage

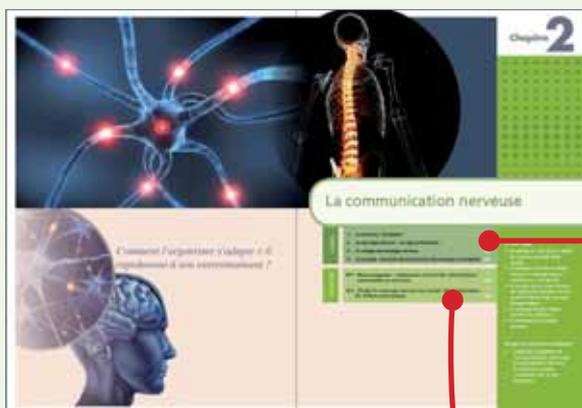
<http://www.cndp.fr/collection/bio-tech/CBSV>



L'OUVRAGE

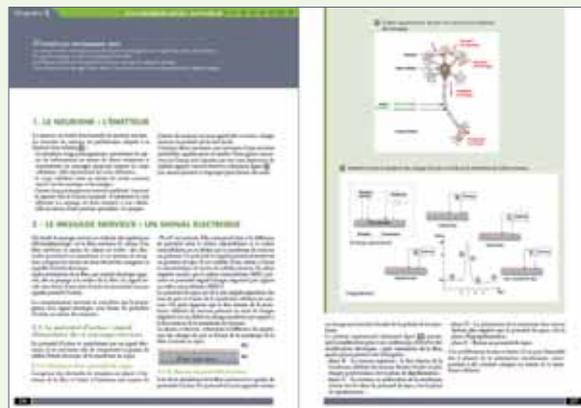


Chaque thème du programme est décliné sur un ou plusieurs chapitres.

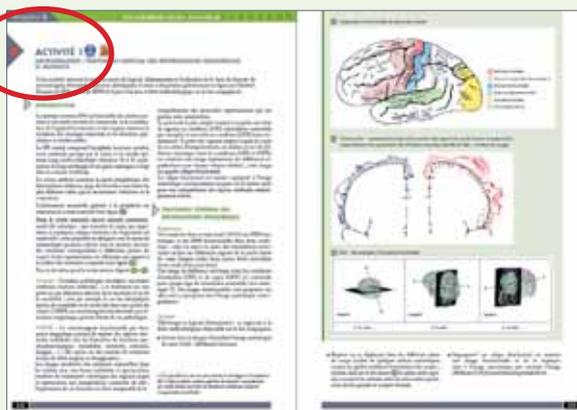


Dans chaque chapitre :

des pages cours



des activités



Signalétique des activités

-  Activité à mener après consultation du cours
-  Activité à mener avant ou après consultation du cours
-  Activité documentaire
-  Activité expérimentale
-  Travail en autonomie
-  Travail avec l'aide de l'enseignant



*Qu'est ce que la biodiversité ?
Quelle est l'unité d'organisation des
êtres vivants et comment les classer ?*



Unité, diversité et classification des organismes vivants

COURS

1. La biodiversité : définitions et caractéristiques	14
2. L'unité d'organisation des êtres vivants	14
3. Classification des organismes vivants	15

ACTIVITÉS

N°1 La biodiversité	18
N°2 Étude d'un écosystème : l'étang	20
N°3 Les cellules et la classification des organismes vivants	23

Je sais déjà

- Notre planète présente une grande diversité de milieux de vie et de formes vivantes.
- Tous les êtres vivants partagent des caractères communs.

Ce qui va suivre en terminale

- L'étude de la diversité des types trophiques (types de nutrition).
- L'étude des différents types de métabolisme énergétique (oxydation d'un composé chimique ou photosynthèse).

POINTS DU PROGRAMME CBSV

L'observation des organismes vivants témoigne d'une biodiversité.

Les organismes vivants partagent des caractères communs qui permettent de les classer.

1. LA BIODIVERSITÉ : DÉFINITIONS ET CARACTÉRISTIQUES

La biodiversité, ou diversité biologique, est l'ensemble de toutes les formes du vivant ; elle peut être constatée à différents niveaux (document 1). On distingue ainsi la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces et la diversité génétique au sein d'une espèce.

- Un écosystème est l'ensemble formé par un milieu naturel et tous les organismes vivants qui l'occupent. L'ensemble des écosystèmes forme la biosphère (partie de la planète peuplée d'organismes vivants).
- La diversité des espèces est caractérisée par leur nombre et leur variabilité (taille, forme, organisation). On dénombre actuellement entre 1,5 et 1,8 millions d'espèces connues dans le monde (document 2) mais beaucoup restent encore à découvrir. Le nombre d'espèces différentes (ou richesse spécifique d'un milieu) est l'indicateur le plus utilisé pour caractériser la biodiversité.
- La diversité génétique au sein d'une espèce est définie par la diversité des gènes. Un gène est une portion d'ADN, il peut exister sous différentes versions que l'on appelle *allèles*. La diversité génétique peut se manifester chez les individus d'une même espèce par des caractères différents (couleur des yeux, par exemple).

2. L'UNITÉ D'ORGANISATION DES ÊTRES VIVANTS

Malgré leur extraordinaire diversité, les êtres vivants présentent des caractères communs qui permettent de définir une unité d'organisation.

- Tous les organismes vivants sont formés d'une ou plusieurs cellules : on dit que la cellule est l'unité du vivant.
- Dans chaque cellule se déroulent des réactions chimiques : c'est le métabolisme.
- Tous les êtres vivants présentant une structure cellulaire stockent leur information génétique sur des molécules d'ADN. On distingue, sur ces molécules, des unités d'information, ou gènes, qui permettent la transmission des caractères propres d'une espèce ou d'un individu.

i Le saviez-vous ?

L'ensemble des caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques d'un organisme est nommé *le phénotype*. Ce sont les caractères d'un sujet que l'on peut observer (couleur des yeux, par exemple) ou détecter à l'aide de tests au laboratoire (groupe sanguin).

i Le saviez-vous ?

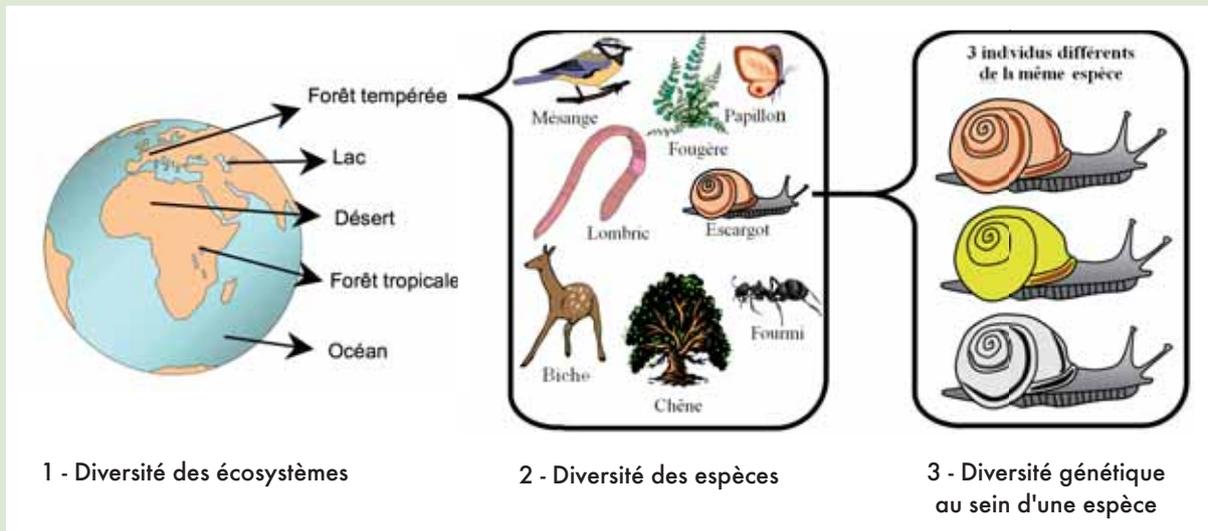
Les virus ont une structure acellulaire simple : ils ne sont pas constitués de cellules, contiennent un seul type d'acide nucléique - ADN ou ARN (alors que les cellules contiennent les deux) -, sont dépourvus de système producteur d'énergie. Les virus sont incapables de se reproduire seuls et doivent donc utiliser les structures de la cellule pour se multiplier : ce sont des parasites intracellulaires. Tous les êtres vivants peuvent être infectés par des virus ; il existe des virus de bactéries, des virus d'archées et des virus d'eucaryotes.

Leurs différentes caractéristiques (absence de cellule, autoreproduction impossible...) ne permettent donc pas de considérer les virus comme des êtres vivants.

Influenzavirus (virus de la grippe) : en rose l'acide nucléique du virus (ARN), en orange son enveloppe.



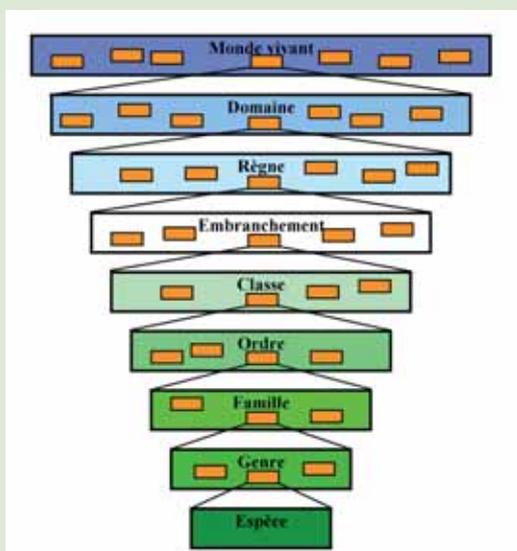
1 Les trois niveaux de biodiversité



2 Estimation du nombre d'espèces

Groupe	Nombre d'espèces connues	Estimation du nombre d'espèces existantes
Bactéries	4 000	400 000
Champignons	70 000	1 000 000
Protozoaires	40 000	200 000
Végétaux	250 000	300 000
Vertébrés	45 000	50 000
Nématodes	15 000	500 000
Mollusques	70 000	200 000
Crustacés	40 000	150 000
Arachnides	75 000	75 000
Insectes	950 000	8 000 000

3 Les taxons



3. CLASSIFICATION DES ORGANISMES VIVANTS

L'étude des caractères communs des organismes vivants permet leur classement. Selon le type de caractère étudié, on distingue deux classifications.

- La première classification est construite à partir de l'étude des caractères que l'on peut observer (ou détecter) : elle est donc basée sur l'étude du phénotype. Linné fut le premier scientifique à établir, en 1735, une classification des êtres vivants. Leur observation et leur description permet de les rassembler en groupes, nommés *taxons*. On parle de **classification taxonomique**. Une hiérarchie est établie entre ces différents taxons (document 3). L'espèce, à la base de cette classification, se définit comme un ensemble d'organismes capables de se reproduire entre eux (interféconds), pouvant échanger du matériel génétique et produisant des descendants eux-mêmes féconds.

Jusqu'au XIX^e siècle, on distingue seulement dans le monde vivant le règne animal et le règne végétal. Grâce aux découvertes scientifiques successives (études à l'échelle microscopique), de nouveaux règnes sont introduits et cette classification évolue (document 4 en page 17).

- À la fin des années 1960 et grâce aux progrès de la biologie moléculaire, une seconde classification est basée sur l'étude des gènes d'un organisme, donc sur l'étude du génotype : c'est la **classification phylogénétique**. Si deux espèces différentes partagent des gènes communs, on en déduit qu'elles ont un ancêtre commun.

En 1977, l'équipe de Carl Woese définit un nouveau groupe d'organismes : les *archéobactéries*, ou *archées*, ou *archéobactéries*.

POUR ALLER PLUS LOIN

Les archéobactéries ou archées ou archéobactéries

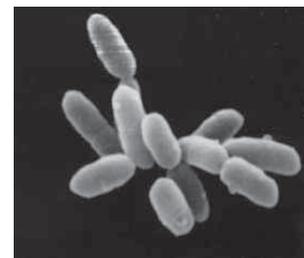
Les archées ont d'abord été découvertes dans les environnements extrêmes, comme les sources chaudes volcaniques.

Le Grand Prismatic Spring est un énorme bassin d'eau chauffée à plus de 70 °C se trouvant dans le Parc national de Yellowstone (plus grande source chaude des États-Unis).



Les archées sont des micro-organismes unicellulaires (0,1 à 15 µm) sans noyau, qui ne se distinguent pas des autres bactéries sur le plan morphologique. Elles peuvent être sphériques (coques), en forme de bâtonnets (bacilles), spiralées, aplaties...

Les archées sont présentes dans une grande diversité d'habitats (milieu de vie). Certaines sont connues pour leur capacité à vivre dans des conditions extrêmes (pH très faible, température supérieure à 100 °C, salinité élevée), mais il existe beaucoup d'archées vivant dans des milieux plus courants et très variés comme le sol, les lacs, la mer ou l'intestin des animaux.



On distingue plusieurs groupes.

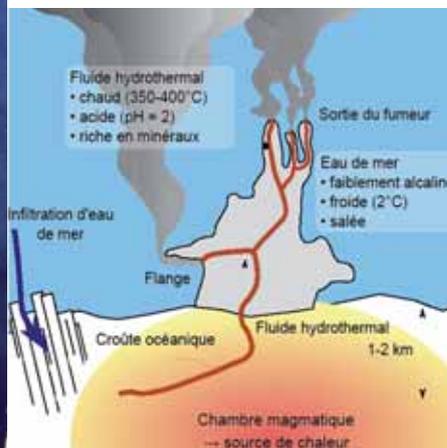
- Les sulfothermophiles : les premières archéobactéries thermophiles ont été découvertes au début des années 1970 dans les sources chaudes du Parc de Yellowstone (USA). Ces micro-organismes peuvent vivre à des pH compris entre 1 et 3 et à des températures comprises entre 60 et 110 °C.
- Les méthanogènes, qui produisent du méthane (CH₄), vivent dans des milieux dépourvus d'oxygène (elles sont anaérobies strictes). On les retrouve dans le sol, le fond des marais mais aussi dans le tube digestif des ruminants et de l'homme.
- Les archéobactéries halophiles ("aimant le sel"), aussi appelées *halobactéries*, vivent dans les eaux à forte teneur en chlorure de sodium (NaCl) tels les lacs salés et les marais salants.

C'est en 1977 que les cheminées hydrothermales et la vie sous-marine luxuriante qui leur est associée ont été découvertes. Cet écosystème est basé sur une production primaire assurée par des bactéries qui vivent libres ou en symbiose¹ avec d'autres organismes. L'eau de mer, froide (environ 2 °C), s'infiltre en profondeur dans les fentes du plancher océanique et se réchauffe à proximité du magma² chaud (près de 1 200 °C). Sous l'effet de la pression, cette eau chaude remonte vers le plancher océanique en lessivant les roches rencontrées ; cet effet est accentué par les fortes températures et pressions qui augmentent le pouvoir de solubilisation de l'eau. Elle s'acidifie et s'enrichit en éléments minéraux (dont le fer et le soufre). D'autres systèmes hydrothermaux ont été découverts à des profondeurs variant entre 700 et 4 000 mètres. Ils sont généralement situés dans des zones de forte activité tectonique. Les cheminées hydrothermales hébergent une population microscopique et macroscopique hautement spécialisée. Parmi les micro-organismes, on trouve des archées extrémophiles³ qui peuvent vivre et se multiplier au plus près de la cheminée à des températures, et souvent sous des pressions, très élevées.



Cheminée hydrothermale sur plancher de l'océan atlantique (2630 m de profondeur)

Thermococcus est une archée hyperthermophile qui supporte des températures proches de 100 °C. Elle vit sans dioxygène (O₂), on dit qu'elle est anaérobie stricte, mais elle est dépendante du soufre.



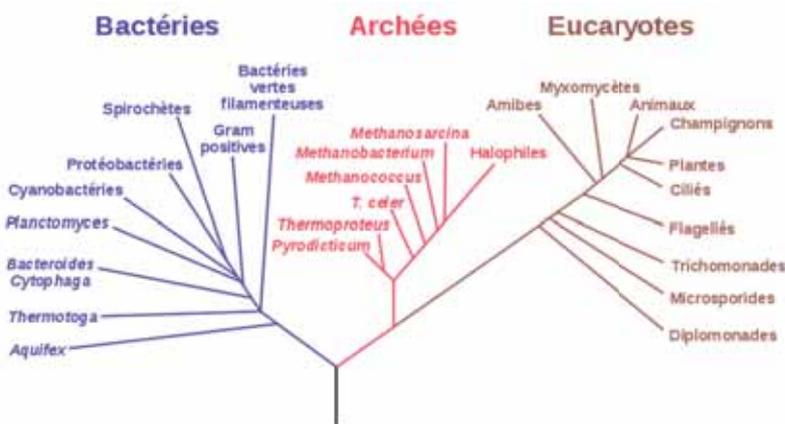
¹ Symbiose : association entre des organismes appartenant à des espèces différentes qui apporte un bénéfice mutuel à chaque membre.

² Magma : roche en fusion.

³ Extrémophiles : qui a une affinité ou qui supporte des conditions de vie extrêmes (température, pH, pression, salinité, radioactivité...).

- Une classification à deux règnes** - La distinction entre animaux et végétaux apparaît dès l'antiquité grecque mais Linné (1735) fut le premier scientifique à établir une classification des êtres vivants en règne animal et règne végétal. Le règne représente alors le plus haut niveau de classification des êtres vivants selon leurs caractères communs. Linné crée également une nomenclature (système binomial) pour nommer chaque organisme vivant avec un nom de genre (nom en latin qui commence toujours par une majuscule) suivi du nom d'espèce (nom en latin commençant par une minuscule) : "Homo sapiens" désigne, par exemple, les êtres humains.
- Une classification à trois règnes** - L'invention du microscope (Leeuwenhoek, 1683) permet de faire les premières observations d'organismes microscopiques. Haeckel propose en 1866 de les classer dans un troisième règne : les protistes. Dans ce règne, sont réunis les algues microscopiques, les champignons unicellulaires (levures), les protozoaires, mais aussi les bactéries. Dans la version de 1866, le groupe des protistes rassemblaient aussi les champignons (pluricellulaires) puis Haeckel a révisé son système en 1894. La délimitation de ce règne a souvent varié en fonction des auteurs.
- Une classification à cinq règnes** - À partir de 1940, l'étude de l'ultrastructure cellulaire, grâce au microscope électronique, permet de distinguer deux types fondamentaux de cellules : les procaryotes (dont l'ADN est libre dans le cytoplasme) et les eucaryotes (dont l'ADN est protégé dans un noyau) à la base de la classification à cinq règnes proposée par Whittaker en 1969.
- Une classification à six règnes puis à trois domaines** - L'impossibilité de reconstituer l'évolution des bactéries en se fondant sur des caractères phénotypiques a conduit le biologiste américain Carl Woese, au début des années 1970, à utiliser une nouvelle approche, en comparant directement les gènes (ADN) des organismes ou les produits de ces gènes, ARN ou protéines : on parle de phylogénie moléculaire ou classification phylogénétique. L'équipe de Woese découvre que les bactéries d'un groupe présentent des différences importantes au niveau moléculaire avec les autres bactéries. En conséquence, il propose de reconnaître un nouveau règne : les archéobactéries ou archées. D'autres découvertes (concernant les lipides de la membrane plasmique ou la sensibilité aux antibiotiques) confortent la classification de Woese. En 1990, il propose de créer un nouveau plan d'organisation du vivant basé sur un niveau supérieur au règne : le domaine. Les archées sont alors considérées comme un groupe à niveau égal avec les bactéries "vraies" et les eucaryotes.

Linné (1735)	Haeckel (1894)	Whittaker (1969)	Woese (1977)	Woese (1990)
2 règnes	3 règnes	5 règnes	6 règnes	3 domaines
Animaux	Animaux	Animaux	Animaux	Eucaryotes
Végétaux	Végétaux	Végétaux	Végétaux	
		Champignons pluricellulaires (moisissures...)	Champignons pluricellulaires (moisissures...)	
	Protistes	Protistes (levures, protozoaires et algues microscopiques)	Protistes (levures, protozoaires et algues microscopiques)	
		Bactéries	Bactéries	Bactéries
			Archéobactéries	Archées



La classification à trois domaines de Woese peut également être représentée avec un arbre phylogénétique.

ACTIVITÉ 1

LA BIODIVERSITÉ

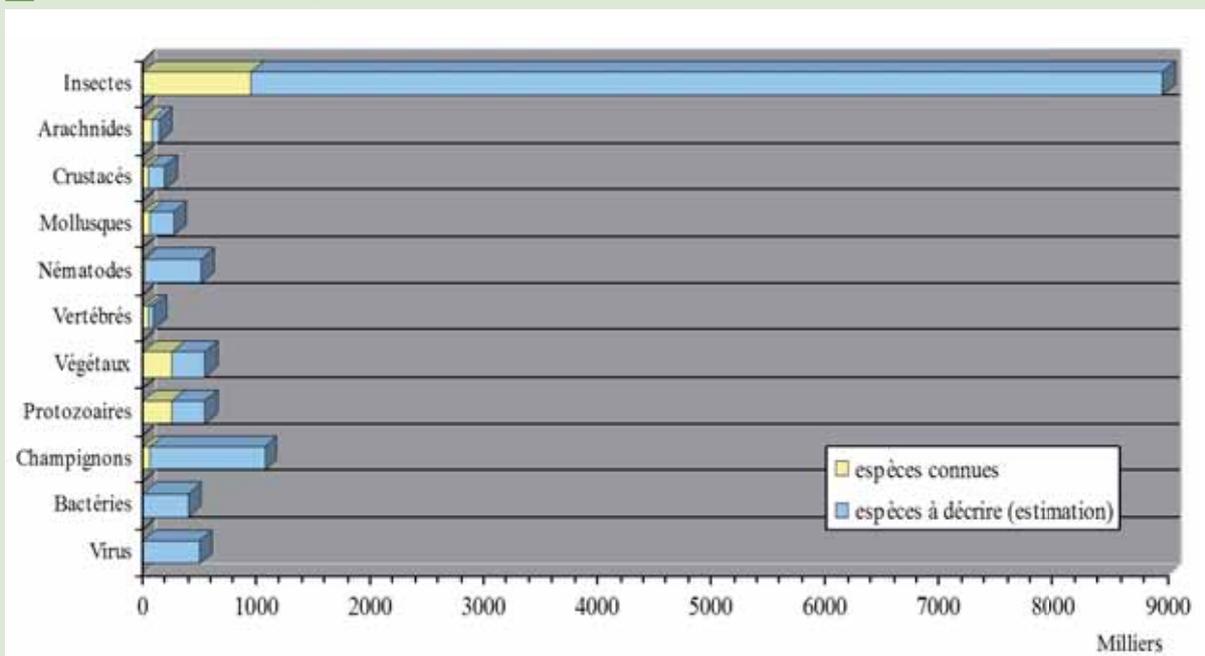


À l'aide des documents 1 et 2 :

1. Définir la biodiversité.
2. Nommer et décrire les trois niveaux d'organisation qui caractérisent la diversité biologique.
3. Expliquer pourquoi une grande partie de la diversité des espèces est dite "négligée".



2 Estimations du nombre d'espèces



Le terme **biodiversité** est la contraction de "diversité biologique". Le terme *biodiversity*, relativement récent, a été inventé par Walter G. Rosen en 1985 puis rendu célèbre par le biologiste Edward O. Wilson en 1988. Le mot *biodiversité* est devenu à la mode. Il est souvent repris dans les médias... Mais qu'est ce que la biodiversité ?



Notre planète se distingue par une grande diversité des formes de vie, à la fois visible et invisible. De la bactérie à la baleine, de la pâquerette au baobab, du désert à la forêt tropicale, tout est biodiversité. La biodiversité est donc l'ensemble de toutes les formes du vivant. Elle comprend la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces et la diversité génétique au sein d'une espèce.



La diversité des écosystèmes est la diversité des milieux de vie. Un écosystème est l'ensemble de tous les organismes vivants qui peuplent un milieu naturel (biotope). Tous les êtres vivants d'un écosystème établissent des interactions entre eux et aussi avec leur milieu (habitat). La nature et l'étendue d'un écosystème sont très variables : une flaque d'eau peut être considérée comme un écosystème de même que la forêt dans laquelle elle se situe. Les écosystèmes des zones tropicales et équatoriales hébergent la plus grande partie de la biodiversité mondiale actuelle. L'ensemble des écosystèmes forme la biosphère, mince couche superficielle de la Terre occupée par des êtres vivants.

La diversité des espèces ou *diversité interspécifique* est la diversité des organismes vivants qui peuplent un écosystème et leur variabilité (animaux, végétaux et micro-organismes). La richesse en espèces d'un milieu est le critère le plus souvent utilisé pour étudier la biodiversité. La biodiversité se modifie au cours du temps sous l'effet de nombreux facteurs dont les activités humaines. L'inventaire des espèces est un des outils qui permet de mesurer la biodiversité. La planète abriterait environ 8,7 millions d'espèces selon l'estimation la plus précise disponible (23/08/2011). Environ 14 % de ces espèces seulement (1,5 à 1,8 million) ont été découvertes, décrites et nommées.

La diversité génétique ou *diversité intraspécifique* est définie par la diversité des gènes au sein d'une même espèce. Chaque caractère d'un être vivant est lié à un ou plusieurs gènes. Dans une population d'organismes de la même espèce, chaque gène peut exister sous différentes formes ou allèles. Ainsi la diversité des caractères, comme la couleur des yeux ou le groupe sanguin, reflète la diversité des gènes de cette espèce. Cette diversité des gènes peut évoluer sous l'influence de nombreux facteurs : elle peut s'enrichir grâce aux échanges ou aux mutations et s'appauvrir quand une population d'organismes est isolée physiquement.

ACTIVITÉ 2

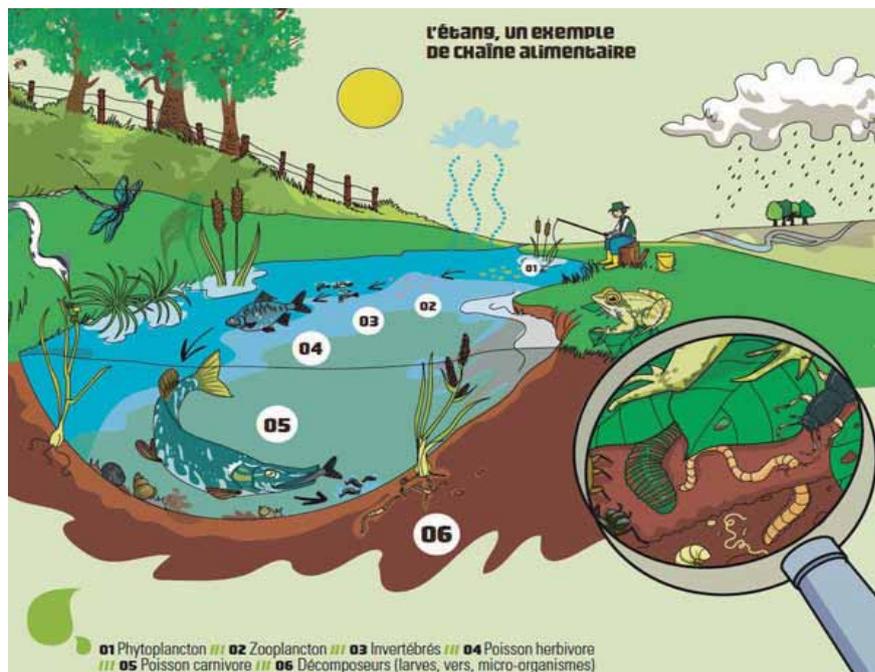


ÉTUDE D'UN ÉCOSYSTÈME : L'ÉTANG

À l'aide des documents 3, 4, 5 et 6 (5 et 6 en page 22) :

1. Expliquer pourquoi on parle de diversité des espèces à propos des organismes vivants de l'étang.
2. Malgré leur grande diversité, les êtres vivants de cet écosystème peuvent être classés selon différents critères. Pour chaque espèce présentée dans le document 4, préciser dans un tableau :
 - le groupe d'organismes auquel elle appartient (animaux, végétaux, champignons, micro-algues, protozoaires ou bactéries) ;
 - le type d'organisation cellulaire (uni ou pluricellulaire) ;
 - le type de cellule (procaryote ou eucaryote) ;
 - la taille.
3. Regrouper les espèces présentées dans le document 4 en trois catégories : producteurs, consommateurs ou décomposeurs (voir document 5). Nommer l'ensemble des interactions qui existent entre ces organismes.
4. L'étang et tous les organismes qui le peuplent constituent un écosystème. Donner une définition de ce terme.
5. Expliquer comment certaines activités humaines peuvent avoir un impact négatif sur la biodiversité des écosystèmes aquatiques (citer les causes et les conséquences de l'eutrophisation - voir document 6).

3 L'étang, un exemple d'écosystème



Les milieux aquatiques sont des écosystèmes qui comprennent une grande diversité d'espèces vivantes. Les documents 3 et 4 présentent un étang et les organismes vivants qui le peuplent. Les espèces vivantes les plus petites, le plus souvent de taille microscopique et donc invisibles à l'œil nu, vivent en suspension dans l'eau, souvent près de la surface. Elles forment le plancton végétal ou *phytoplancton*, qui est le premier maillon de la chaîne alimentaire, et le plancton animal appelé *zooplancton*. De nombreux autres végétaux, de tailles plus conséquentes et visibles à l'œil nu, se développent dans les écosystèmes aquatiques. Certains flottent à la surface de l'eau, d'autres sont fixés au sol : ce sont les plantes aquatiques. Les animaux, quant à eux, invertébrés, poissons, mammifères, oiseaux, reptiles ou amphibiens en tout genre, se déplacent à leur convenance. Leur variété est très grande.

Illustration © Livret Découverte "La biodiversité c'est ma nature" - Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme / Claire Laffargue - avril 2004 - <http://www.fondation-nature-homme.org/extras/dossiers-pedagogiques/biodiversite/biodiversite.php>



Les **Myriophylles** sont des plantes aquatiques à feuilles fines et serrées qui dépassent rarement 1 m de long. Très courantes dans les eaux stagnantes, ces plantes participent fortement à l'écosystème en oxygénant et en purifiant l'eau. Comme toutes les plantes, les myriophylles sont des organismes formés de cellules eucaryotes contenant des chloroplastes (organites cellulaires remplis de chlorophylle).



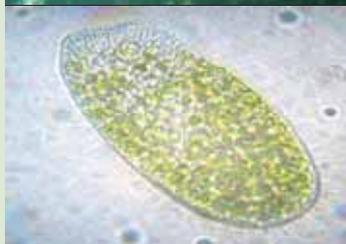
Les **Chlamydomonas** sont des algues microscopiques, ou micro-algues, d'une taille de 10 µm environ. Chacune de leurs cellules contient un noyau et des chloroplastes remplis de chlorophylle. Grâce à l'énergie lumineuse, ces organismes produisent leur propre matière organique en puisant dans le milieu les minéraux libérés par les décomposeurs de l'étang. Les micro-algues servent de nourriture au zooplancton, aux invertébrés, aux alevins et à certains poissons adultes : elles constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire.



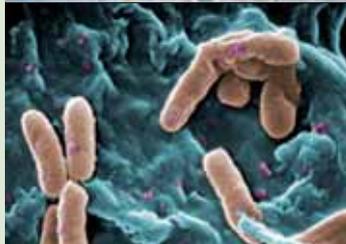
Les **crevettes** de l'étang sont, soit herbivores et consomment les algues du phytoplancton, soit détrivores et se nourrissent de débris organiques d'origine animale ou végétale. Ces organismes invertébrés de 3 à 4 cm de long sont constitués de cellules eucaryotes.



Le **brochet** est un poisson carnivore ; sa constitution le rend redoutable dans l'attaque. Il peut atteindre un poids de 40 kg et mesurer jusqu'à 1,5 m de long. Il possède un corps très allongé, aérodynamique. Le brochet se nourrit de poissons, d'amphibiens et de jeunes oiseaux. Comme tous les poissons, c'est un organisme pluricellulaire et eucaryote.



Les **paramécies** sont des protozoaires ciliés présents dans toutes les eaux douces stagnantes : elles font partie du zooplancton. Ces organismes unicellulaires et eucaryotes, mesurant de 50 à 500 µm de long, se nourrissent de bactéries ou de micro-algues en suspension dans l'eau.



De nombreuses bactéries vivent dans l'eau et le sol de l'étang (vase). Les **Pseudomonas**, par exemple, sont des bactéries saprophytes : elles décomposent la matière organique morte provenant des autres organismes et assurent la minéralisation de la matière. Ces sels minéraux, dissous dans le sol ou dans l'eau, permettent la croissance des végétaux unicellulaires (micro-algues) ou pluricellulaires (plantes aquatiques). Les **Pseudomonas** sont des bactéries en forme de bâtonnets (bacilles) mesurant de 1 à 4 µm. Comme toutes les bactéries, ce sont des cellules procaryotes (sans vrai noyau).



Les moisissures aquatiques, telles que **Saprolegnia**, prolifèrent sous la forme de masses cotonneuses, sur les organismes morts ou dans le sol de l'étang, en se nourrissant, comme les bactéries saprophytes, de la matière organique morte dont elles assurent la décomposition. Les moisissures, ou champignons filamenteux, sont des micro-organismes eucaryotes et pluricellulaires dont la taille varie de quelques micromètres à plusieurs centimètres.

5 Fonctionnement d'un écosystème aquatique

Un écosystème aquatique produit constamment de la matière vivante. Celle-ci est progressivement transformée en matière organique morte, qui est elle-même ensuite lentement minéralisée, en partie ou en totalité. D'une manière schématique, un écosystème aquatique peut être divisé en trois compartiments biologiques.

- **Les producteurs** : ce sont essentiellement les algues microscopiques (phytoplancton) et les végétaux qui utilisent la lumière comme source d'énergie pour fabriquer, par photosynthèse, les matières organiques dont ils ont besoin pour croître. Ces organismes consomment le gaz carbonique et les minéraux dissous dans l'eau et produisent de l'oxygène.
- **Les consommateurs** : on distingue **des espèces herbivores**, comme certaines espèces du zooplancton qui se nourrissent de phytoplancton ou certaines espèces d'invertébrés et de poissons qui se nourrissent d'algues et d'autres végétaux fixés sur le fond, **des espèces omnivores** consommatrices de végétaux, de zooplancton et autres invertébrés, et enfin **des espèces carnivores**, comme certains poissons qui se nourrissent des plus petits, d'oiseaux et de petits mammifères ; ces animaux respirent en consommant l'oxygène produit par les plantes et en rejetant du gaz carbonique.
- **Les décomposeurs** : ce sont des larves, des vers mais surtout des micro-organismes, comme les bactéries, les levures ou les moisissures (champignons), qui consomment la matière organique morte, qu'elle soit produite par les autres organismes ou issue de leur décomposition. Le rôle des décomposeurs est prépondérant car en décomposant les matières organiques, ils participent à l'épuration des écosystèmes aquatiques. Ils transforment ces matières en sels minéraux dont les producteurs ont besoin ; en les recyclant, ils referment la boucle qui, des producteurs, mène aux consommateurs puis aux décomposeurs, une boucle que l'on a coutume d'appeler **la chaîne alimentaire** ou **chaîne trophique**.

Source - <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/ecosys/fonctEcosAqu.html>

6 L'eutrophisation



L'**eutrophisation** est la modification et la dégradation d'un milieu aquatique. Elle résulte d'un apport excessif d'azote (nitrates par exemple), de phosphore (phosphates) et de carbone (matières organiques). L'eutrophisation a comme principales origines l'usage excessif d'engrais en agriculture (nitrates, phosphates), les rejets urbains (eaux usées) ou industriels, riches en nitrates, phosphates et matières organiques.

L'eutrophisation peut atteindre les eaux douces, saumâtres et salées, le milieu marin, comme les milieux aquatiques continentaux et en particulier les eaux dormantes (mares, étangs, lacs...), les cours d'eau ayant un débit faible, les estuaires, golfes, baies et autres étendues semi-fermées.

L'eutrophisation se déroule en quelques étapes :

- des nutriments azotés (nitrates) et phosphorés (phosphates) sont déversés en grande quantité dans le milieu aquatique ;
- l'enrichissement de l'eau en azote et phosphore provoque la prolifération des micro-algues et des cyanobactéries ;
- lorsque ces espèces meurent, elles s'accumulent au fond du milieu aquatique ;
- la décomposition de cette matière organique morte entraîne une surconsommation du dioxygène dissous dans l'eau (la consommation d' O_2 devient supérieure à la production d' O_2 par les organismes photosynthétiques) ;
- le dioxygène est rapidement épuisé. Il en résulte la mort d'organismes aquatiques aérobies* (insectes, crustacés, poissons, mais aussi végétaux) dont la décomposition, consommatrice d'oxygène, amplifie le phénomène.

* *aérobic* : qui exige la présence de dioxygène.

ACTIVITÉ 3



LES CELLULES ET LA CLASSIFICATION DES ORGANISMES VIVANTS

Comment mettre en évidence des liens de parenté entre les organismes vivants à partir de l'étude de leur structure cellulaire ?

À l'aide des documents 7, 8, et 9 :

1. Choisir judicieusement certains attributs afin de placer les animaux, les végétaux et les bactéries dans une classification emboîtée. Justifier la réponse.
2. Construire l'arbre de parenté correspondant. En déduire les liens de parenté qui existent entre ces 3 groupes d'organismes.

7 Rappel

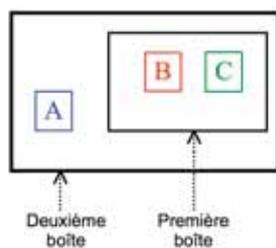
Les organismes vivants présentent une grande diversité de formes, de tailles ou de modes de vie mais ils partagent des caractères communs qui permettent de les classer. Selon le type de caractère étudié, on distingue deux classifications : une première classification est basée sur l'étude des caractères que l'on peut observer (le phénotype) alors qu'une autre classification repose sur l'étude des gènes (le génotype).

Dans la classification phénotypique, les organismes vivants sont regroupés selon différents critères morphologiques, anatomiques ou cytologiques*.

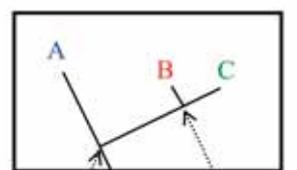
* cytologie : science qui étudie les cellules.

8 Les deux modèles de classification des organismes vivants

1A. Modèle de classification "emboîtée"



1B. Modèle de classification phylogénétique (Arbre de parenté)



Lien de parenté entre A, B et C (ancêtre commun plus ancien)
Lien de parenté entre B et C (Ancêtre commun plus récent)

Interprétation :

A, B et C sont trois espèces vivantes différentes. Comme tous les êtres vivants, ces espèces partagent des caractères communs. B et C sont les espèces qui en partagent le plus.

Elles sont apparentées, donc elles ont **un ancêtre commun (schéma 1B)**. On classe les espèces B et C dans le même groupe (schéma 1A). L'espèce A est plus éloignée : elle présente moins de caractères communs avec B et C. Elle est tout de même apparentée à B et C mais **leur ancêtre commun est plus ancien (schéma 1B)**. On place donc A dans un groupe plus large qui englobe le premier (schéma 1A).

9 Principaux caractères cytologiques de 3 règnes d'organismes vivants

Règne / Attribut *	Bactéries	Animaux	Végétaux
Type d'organisme	Unicellulaires	Pluricellulaires	Pluricellulaires
Type cellulaire	Procaryotes	Eucaryotes	Eucaryotes
Dimensions	0,5 à 10 µm	Quelques mm à plusieurs m	Quelques mm à plusieurs m
Mobilité	Mobiles ou immobiles	Mobiles (le plus souvent)	Immobiles
Source d'énergie	Composés chimiques ou lumière	Composés chimiques	Lumière (photosynthèse)

* Attribut : caractère d'un organisme permettant de le classer