

# BCPST

1<sup>re</sup> année

*Joseph Segarra  
Emmanuel Piètre  
Carole Ahyerre  
Grégory Bailly  
Éric Chauvet  
Didier Favre  
Maxime Huille  
Tanguy Jean  
Florence Metz  
Céline Proch  
Florian Sonthonnax*

PRÉPAS SCIENCES

COLLECTION DIRIGÉE PAR **BERTRAND HAUCHECORNE**

# BIOLOGIE

2<sup>e</sup> édition

**NOUVEAUX  
PROGRAMMES** !

- Cours complet conforme aux objectifs du programme
- Fiches de travaux pratiques intégrées au cours
- Nombreuses illustrations originales en couleurs
- Encarts pour développer l'argumentation et la démarche scientifique
- Techniques de biologie sous forme de fiches



Partie A

# L'organisme vivant en lien avec son environnement

## Savoirs et capacités exigibles

Les vaches appartiennent au groupe des Métazoaires et à la famille des Bovidés.

Les différents appareils de l'organisme sont reliés aux fonctions de nutrition, reproduction et relation. Certaines de leurs caractéristiques sont liées au milieu de vie.

La compartimentation de l'appareil digestif permet l'ingestion d'aliments (hétérotrophie), leur simplification en nutriments et leur absorption, ainsi que l'égestion de la matière non absorbée.

Le microbiote du rumen par son action joue un rôle majeur dans l'origine des nutriments utilisés par la vache.

Les nutriments sont distribués dans l'ensemble de l'organisme par l'appareil circulatoire et entrent ainsi dans le métabolisme cellulaire.

L'appareil respiratoire assure les échanges gazeux liés au métabolisme énergétique aérobie.

L'appareil excréteur élimine les déchets azotés et contribue à l'équilibre hydrominéral de l'organisme.

- Identifier les principaux caractères morphologiques et anatomiques pour positionner une vache au sein d'une classification phylogénétique des Métazoaires.
- Construire un schéma fonctionnel synthétique des appareils impliqués dans la fonction de nutrition.
- Argumenter la complémentarité et la coopération fonctionnelle des différents appareils.
- Mettre en relation l'organisation structurale et fonctionnelle de différents appareils et l'adaptation de l'organisme au milieu aérien.

L'appareil reproducteur est le lieu de production des gamètes (méiose et différenciation) et de sécrétion d'hormones. C'est également le lieu de la fécondation et de la gestation dans l'organisme maternel.

La reproduction sexuée est un processus conservatoire et diversificateur. Elle génère des individus qui sont de la même espèce que les parents, mais dont la diversité permet la sélection.

- Repérer au cours de la reproduction sexuée les moments et les modalités de diversification des génotypes.

L'organisme est en interaction avec son environnement biotique et abiotique.

La vache est incluse dans différents systèmes de relations intraspécifiques et interspécifiques (dont les relations avec l'être humain responsable de la domestication des animaux d'élevage).

Les relations interspécifiques avec les microorganismes définissent l'organisme comme un holobionte.

Les végétaux sont des producteurs primaires et constituent des ressources alimentaires à la base des réseaux trophiques. Leur importance dans les agroécosystèmes conduit à la sélection par l'être humain en relation avec la diversification des usages.

- Différencier et illustrer les différents types de relations interspécifiques impliquant la vache.

La survie individuelle des organismes dépend de leur perception du milieu et de leur capacité de réaction et/ou de leurs systèmes de protection.

Les informations perçues par les récepteurs sensoriels sont intégrées au niveau du système nerveux central qui élabore des réponses. Le déplacement de l'animal suite à la perception d'un stimulus met en jeu son squelette et les muscles striés associés.

Le tégument joue un rôle d'isolant thermique et de barrière contre les agents pathogènes et les parasites. Face aux variations d'origine interne ou externe, les interrelations entre fonctions permettent une réponse de l'organisme.

Une boucle de régulation permet le retour à une valeur de consigne d'un paramètre physiologique suite à la détection de ses variations par des récepteurs, au traitement et à l'intégration de l'information conduisant à une réponse coordonnée liée à des effets sur des organes cibles (effecteurs).

- Identifier les principales étapes menant de la perception d'une variation de paramètre physico-chimique du milieu à la mobilité de l'organisme

# Regards sur un organisme métazoaire : un Bovidé

## Introduction

- Les organismes vivants sont caractérisés par leurs capacités :
    - à se maintenir en vie en **échangeant avec l'environnement de la matière et de l'énergie**. Ils réalisent ainsi des conversions énergétiques leur permettant de se maintenir dans un état stationnaire de non-équilibre : ils maintiennent constants leur organisation générale, ainsi que certains paramètres physico-chimiques internes, malgré les changements externes ;
    - à **se développer** selon une certaine organisation ;
    - à **se reproduire** ;
    - à modifier leur physiologie et/ou leur comportement en **réponse à des stimuli externes**.
  - D'un point de vue structural, les organismes vivants sont constitués des mêmes molécules organiques : glucides, lipides, protéines et acides nucléiques. La **cellule** est l'unité fondamentale du vivant. Dans le cas des organismes pluricellulaires, elle fonctionne de façon autonome mais coordonnée avec les autres. Les cellules ayant des fonctions et des caractéristiques structurales similaires y sont regroupées en **tissus** (exemple : les cellules de l'épithélium intestinal), différents tissus assurant une fonction commune sont assemblés en **organes** (exemple : épithélium intestinal, tissu conjonctif et tissu musculaire constituant l'intestin grêle). Différents organes concourant à la même fonction constituent un **appareil** ou système (exemple : l'appareil digestif). Différents types d'organes et d'appareils accomplissent des fonctions distinctes mais corrélées entre elles au sein de l'organisme.
  - Les grandes fonctions qui caractérisent les animaux sont :
    - les fonctions de **nutrition** qui assurent l'apport aux différents organes des substances indispensables au fonctionnement de leurs cellules et l'élimination des déchets produits par leur activité. Ces fonctions sont assurées par les appareils digestif, respiratoire, excréteur et cardio-vasculaire ;
    - la fonction de **reproduction** qui permet la formation de nouveaux individus : elle est assurée par l'appareil reproducteur ;
    - les fonctions de **relation** qui permettent d'enregistrer les variations du milieu extérieur, de réagir à ces variations et de se déplacer dans ce milieu. Ces fonctions sont assurées par les systèmes nerveux, endocrinien, musculaire, osseux, tégumentaire et immunitaire.
- Les mêmes fonctions biologiques, réalisées de manières différentes, sont retrouvées chez tous les organismes.
- Les matériaux et l'énergie nécessaires à la réalisation de ces grandes fonctions biologiques proviennent des aliments : les animaux sont des organismes **hétérotrophes**.
  - Dans ce chapitre, l'étude d'un organisme animal, fondée sur l'exemple de la vache, permettra de comprendre les grandes fonctions et de les mettre en relation avec les structures associées.



Quels sont l'organisation et le fonctionnement chez la vache des systèmes accomplissant les grandes fonctions caractéristiques d'un organisme animal ?  
 Quelles sont les interrelations entre ces fonctions ?  
 Quelle est leur dimension adaptative et évolutive ?

<b>1.</b>	L'organisme animal se maintient en vie en échangeant de l'énergie et de la matière avec son environnement	16
1.1.	Prélèvement des nutriments nécessaires à l'organisme par l'appareil digestif.....	16
1.2.	Approvisionnement en dioxygène et élimination du dioxyde de carbone par l'appareil respiratoire .....	27
1.3.	Élimination des déchets azotés par l'appareil excréteur .....	29
1.4.	L'appareil circulatoire assure la distribution des nutriments à l'ensemble de l'organisme .....	31
<b>2.</b>	L'organisme animal est capable de se reproduire	34
2.1.	Les appareils génitaux mâle et femelle produisent les gamètes.....	34
2.2.	Rencontre des gamètes et développement de l'embryon dans les voies génitales femelles.....	36
2.3.	Naissance et alimentation lactée du veau .....	38
2.4.	Une reproduction des Bovins d'élevage maîtrisée par l'Homme .....	40
<b>3.</b>	L'organisme animal interagit avec l'environnement: il perçoit des stimuli externes, se déplace et se protège	45
3.1.	La vache est un animal grégaire.....	45
3.2.	La vache perçoit son environnement et y réagit.....	46
3.3.	Le tégument est une surface de protection .....	52
3.4.	Les paramètres du milieu intérieur sont régulés .....	53

Schéma-bilan.....	59
-------------------	----

### Encart 1.1 Famille de la vache et vache en famille

La vache appartient au groupe des **Ruminants** qui sont des **Mammifères onguligrades**, c'est-à-dire marchant sur la dernière phalange qui est munie d'un sabot, et ayant un nombre pair de doigts. La famille des **Bovidés** est la famille de ruminants la plus importante, elle est caractérisée par la présence dans les deux sexes, au moins chez les formes sauvages, de cornes osseuses recouvertes d'un étui corné.

Les Bovidés domestiqués se répartissent dans trois groupes: les Bovins (vaches), les Ovins (moutons) et les Caprins (chèvres).

Le nom scientifique de la vache domestique d'Europe est *Bos taurus taurus*. En Asie et en Afrique, on élève le zébu *Bos taurus indicus*.

Un **veau** est un jeune, mâle ou femelle, âgé de moins de 6 mois. Une **génisse** est un Bovin femelle de plus de 6 mois qui n'a pas encore vêlé, elle devient une **vache** vers l'âge de 2 ou 3 ans, dès son premier veau. Un taurillon est un Bovin mâle âgé de 6 à 24 mois, un **taureau** est un mâle adulte âgé de plus de 24 mois non castré, un bœuf est un mâle adulte âgé de plus de 24 mois, castré.

➤ Chapitre 25 (1.3.1.1):  
nomenclature  
des taxons



La nomenclature des noms scientifiques a été formalisée par Linné au XVIII<sup>e</sup> siècle.

Le nom scientifique d'une espèce est formé de la combinaison de deux mots, le premier étant appelé nom de genre et le second nom d'espèce. Le premier doit prendre une majuscule; le second doit commencer par une minuscule.

### Encart 1.2 La vache française en quelques chiffres

46 races de vaches sont reconnues en France (arrêté n°AGRP0761512A du 26 juillet 2007, modifié le 22 décembre 2011), 85 % du cheptel français est représenté par 5 races (Prim'Holstein, Charolais, Normande, Montbéliarde, Limousine).

18 millions d'individus élevés en France constituent le plus grand cheptel d'Europe.

Selon les races, une vache adulte pèse entre 400 et 1 100 kg, un taureau pèse entre 600 et 1 700 kg. Un veau pèse environ 40 kg à la naissance.

Une vache laitière produit en moyenne 18 à 25 litres de lait par jour, et même jusqu'à plus de 40 litres pour les meilleures laitières. La France est le 1<sup>er</sup> pays laitier d'Europe.



**A.** Une race laitière: la vache Prim'Holstein (cliché P. Ganault).

**B.** Une race à viande: la vache charolaise (cliché A. Bonnot).

**Figure encart 1.2**  
Différentes races  
bovines



On désignera dans la suite sous le terme « vache » un Bovin domestique âgé de plus de 24 mois.

## 1. L'ORGANISME ANIMAL SE MAINTIENT EN VIE EN ÉCHANGEANT DE L'ÉNERGIE ET DE LA MATIÈRE AVEC SON ENVIRONNEMENT

Les aliments apportent la matière organique nécessaire à la production de nouveaux tissus, leur régénération, ainsi que pour la reproduction. Ils constituent aussi une source d'énergie pour toutes les activités de l'organisme.

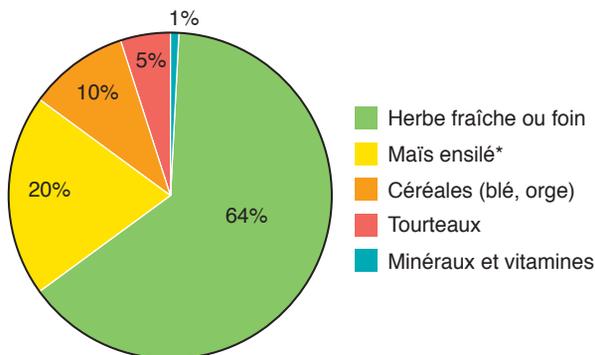
### 1.1. PRÉLÈVEMENT DES NUTRIMENTS NÉCESSAIRES À L'ORGANISME PAR L'APPAREIL DIGESTIF

#### 1.1.1. Caractéristiques des aliments de la vache

La vache est un animal **phytophage**, la majorité de sa ration alimentaire étant constituée d'herbe. Elle ingère environ 1 % de sa masse par jour. La ration alimentaire varie en fonction des saisons : herbe fraîche au pâturage à la belle saison, foin et fourrage ensilé pendant l'hiver. En pleine lactation, l'alimentation est complétée par des céréales, des granulés végétaux (luzerne déshydratée) et des tourteaux (soja, colza ou tournesol) (figure 1.1).

**Figure 1.1**

Composition moyenne de la ration alimentaire d'une vache laitière élevée en France



Le maïs ensilé est broyé et conservé en anaérobiose. Les tourteaux sont les résidus solides obtenus après extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux (soja, colza ou tournesol).

#### Encart 1.3

Le fourrage correspond à un végétal ou un mélange de végétaux utilisés pour l'alimentation des animaux d'élevage. Il est constitué essentiellement des parties aériennes des plantes.

Le foin est un fourrage constitué de plantes herbacées fauchées et séchées.

Un fourrage ensilé est un fourrage humide conservé dans des conditions anaérobies et soumis à une fermentation lactique.

Les tissus végétaux sont caractérisés par une relative pauvreté des molécules protéiques et lipidiques par rapport aux composés glucidiques et une **abondance en polymères glucidiques complexes** (cellulose, hémicellulose, pectines) et en lignine, **pour lesquels la vache ne possède pas d'enzymes digestives**. Ces molécules constituent les fibres alimentaires.

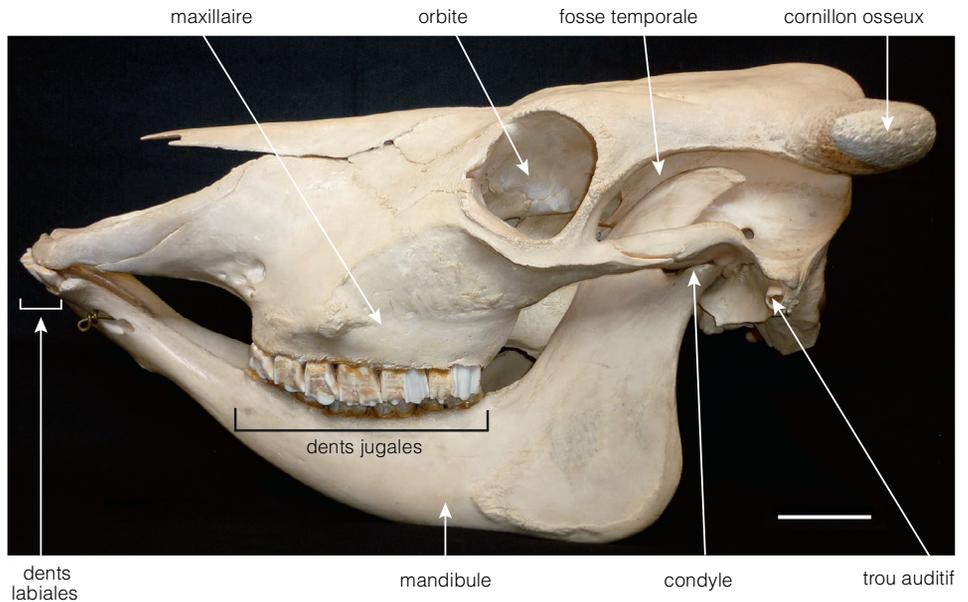
## 1.1.2. Particularités anatomiques de l'appareil digestif de la vache

### 1.1.2.1. Les mâchoires et la denture de la vache sont adaptées à une alimentation phytophage (figures 1.2 et 1.3)

- Les mâchoires sont très allongées, les condyles articulant la mandibule avec le crâne permettent des **mouvements latéraux très étendus**.
- La mâchoire supérieure est dépourvue d'incisives et de canines. Le bord antérieur du plafond buccal est fortement kératinisé. Chaque demi-mâchoire supérieure porte six dents jugales: trois **prémolaires** semblables entre elles et trois **molaires** également semblables entre elles.
- Chaque demi-mâchoire inférieure porte quatre dents labiales: trois **incisives** coupantes à croissance limitée et une **canine incisiforme** suivies d'un large espace appelé **barre**. Suivent six dents jugales: trois prémolaires et trois molaires.

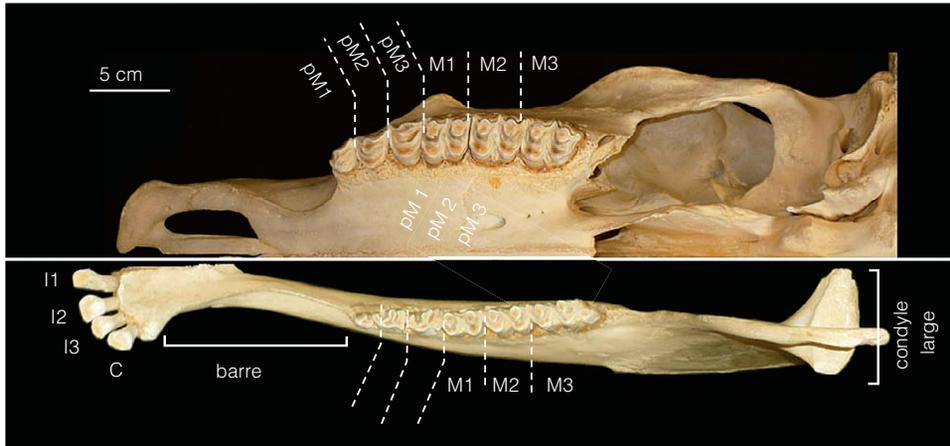
Les prémolaires et molaires sont des **dents à croissance continue**. Elles sont ainsi régénérées au fur et à mesure de leur usure par les herbes. En effet, les Poacées, abondantes parmi les végétaux consommés, présentent des accumulations de silice abrasive dans les parois cellulaires.

**Figure 1.2**  
Tête osseuse  
de la vache



**Figure 1.3**  
Denture de la vache

Demi-mâchoire supérieure gauche, vue par la face ventrale

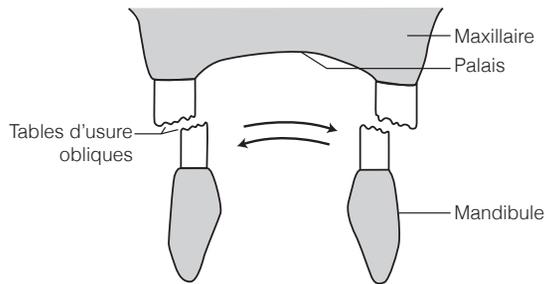


Demi-mâchoire inférieure gauche, vue par la face dorsale

Dents labiales: I1, I2, I3: incisives inférieures, C: canine inférieure incisiforme.  
Dents jugales: pM1, pM2, pM3: prémolaires; M1, M2, M3: molaires.

Lorsque la bouche se ferme, les dents labiales inférieures viennent s'appliquer contre la surface kératinisée de la mâchoire supérieure. L'ensemble joue un rôle préhenseur partagé avec les lèvres fortement musclées mais peu mobiles, et la langue longue, mobile et râpeuse. Les prémolaires et les molaires fonctionnent à la manière d'une râpe animée par les mouvements latéraux de la mandibule (figure 1.4).

**Figure 1.4**  
Coupe frontale schématique des mâchoires montrant les mouvements latéraux de la mandibule



Ces spécialisations des mâchoires et de la denture de la vache permettent de **récolter très rapidement des aliments en broutant** (pâturage) puis ensuite de les **mastiquer plus soigneusement quand la vache est au repos (ruminantion)**. La vache pâture préférentiellement à l'aube et au crépuscule, alors que la ruminantion est essentiellement nocturne.