Document téléchargeable sur le site
https://www.svt-tanguy-jean.com/

Lycée Valentine LABBÉ
41 rue Paul DOUMER – BP 20226
59563 LA MADELEINE CEDEX
CLASSE PRÉPARATOIRE TB
(Technologie & Biologie)

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)
°° SCIENCES DE LA VIE °°

Partie 2. L'organisme, un système en interaction avec son environnement
>> Cours <<

Chapitre 7 : proposition de fiche à compléter

L'organisme animal au travers de l'exemple de la Vache

Organisation fonctionnelle, physiologie globale et interactions avec l'environnement

Objectifs : extraits du programme

Connaissances clefs à construire	Commentaires, capacités exigibles
2.1 L'organisme vivant : un système physico-chimique en interaction avec son environnement **2.1.1 Regards sur l'organisme animal** Tout organisme vivant est un système thermodynamique ouvert, en besoin permanent d'énergie. Dans le cas de l'organisme animal, ce besoin est satisfait par la consommation d'aliments (hétérotrophie), suivie de leur transformation. Les métabolites sont distribués dans l'ensemble de l'organisme et entrent ainsi dans le métabolisme. Le métabolisme énergétique aérobie est relié à la fonction respiratoire. Les déchets produits sont éliminés. La reproduction est un processus conservatoire et diversificateur. Elle génère des individus qui sont de la même espèce que les parents, mais dont la diversité ouvre à la sélection. La réalisation de l'ensemble de ces fonctions s'accompagne de mouvements de l'organisme. L'organisme est en interactions multiples avec son environnement biotique et abiotique. La survie individuelle dépend de systèmes de perception et de protection. Face aux variations d'origine interne ou externe, les interrelations entre fonctions permettent soit une régulation, soit une adaptation. L'étude de l'organisme relève ainsi d'approches multiples, diversifiées et complémentaires : taxonomique, écologique, agronomique, technologique.	Le concept de l'organisme vivant est abordé à partir d'un exemple de ruminant, la vache. Cet exemple permet de définir les grandes fonctions et de les mettre en relation avec les structures associées (appareils, tissus, organes…). Loin de constituer une monographie, il s'agit d'une vue d'ensemble des fonctions en insistant avant tout sur les interrelations entre fonctions ainsi que sur leur dimension adaptative et évolutive pour en faire ressortir les points essentiels. - identifier les caractères morphologiques, anatomiques… permettant de placer un animal dans une classification ; - connaitre les différentes fonctions et relier les grands traits de leur réalisation aux supports anatomiques, dans un milieu de vie donné ; - expliquer et identifier sur quelques situations simples les interactions entre les fonctions qui fondent l'unité de l'organisme ; - montrer qu'un animal est inclus dans différents systèmes de relation : relations intraspécifiques et interspécifiques (dont la domestication) ; - montrer qu'en tant qu'«objet technologique », la vache est le produit d'une domestication et d'une sélection par l'homme ;

Introduction

Vache :

***Bos taurus* (bovins) :**

- Vache :

- Génisse = vachette :

- Taureau :

- Taurillon :

- Bœuf :

- Veau :

Comment l'étude de la Vache nous permet-elle de comprendre les grandes fonctions réalisées par un organisme animal et la manière dont l'organisme interagit avec son environnement ?

I. La Vache, un système biologique

Capacités exigibles	✓ **Connaître** les différentes fonctions et relier les grands traits de leur réalisation aux supports anatomiques, dans un milieu de vie donné ; ✓ **Identifier** les caractères morphologiques, anatomiques… permettant de placer un animal dans une classification ; ✓ **Montrer** qu'un animal est inclus dans différents systèmes de relation : relations intraspécifiques et interspécifiques (dont la domestication) ; ✓ **Montrer** qu'en tant qu'« objet technologique », la vache est le produit d'une domestication et d'une sélection par l'homme ;

Notons que **d'autres éclairages complémentaires** (**biochimique**, **génétique**, **évolutif**, **ontogénétique**…) sont aussi **possibles** et même **nécessaires** pour **appréhender complètement la notion d'être vivant** : un panorama des **points communs** entre tous les **êtres vivants** est donné dans le **grand I du Complément BIO1** (Les êtres vivants et leur étude) auquel vous devrez **vous reporter** et dont nous rappelons ci-dessous le **plan** :

I. Les caractéristiques du vivant **1**
A. L'unité du vivant : éléments d'une définition du vivant **1**
1. L'unité constitutive : une même composition chimique 1
2. L'unité structurale de base : la cellule 1
3. L'unité thermodynamique et métabolique 1
a. Activité, variabilité et stabilité des systèmes biologiques 1
b. Le métabolisme 2
4. L'unité physiologique : les grandes fonctions du vivant 2
a. Les fonctions de relation 2
b. Les fonctions de nutrition 2
c. Les fonctions de reproduction 3
5. L'unité génétique 3
a. L'ADN, support universel de l'information génétique 3
b. Des mécanismes d'expression et de régulation semblables 3
c. Une information héréditaire 3
d. Une information présentant une certaine variabilité 3
α. Les recombinaisons (= réassociations) génétiques 3
β. La production de nouveauté génétique : mutation au sens le plus large 4
6. L'unité reproductive et ontogénétique 4
a. La reproduction, un fondement de la nature du vivant 4
b. Une édification de l'organisme par le développement 4
7. L'unité de certains plans d'organisation 5
B. La diversité, une autre caractéristique du vivant **5**
1. La biodiversité : une diversité biologique envisagée à trois échelles 5
2. Une diversité spécifique classée par les systématiciens 6
C. Une unité et une diversité du vivant expliquées par l'évolution **6**
D. Les niveaux d'organisation du vivant et les propriétés émergentes **7**
1. Les niveaux d'organisation du vivant 7
a. Les niveaux de base 7
b. Les niveaux écologiques 7
2. La notion d'émergence 8
a. Approche intuitive 8
b. Conceptualisation 9
E. La relation structure-fonction **9**

A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique)

1. Un être vivant (= organisme) : une tentative de définition

Être vivant = organisme :

2. La cellule eucaryote comme unité fondamentale

Cellule eucaryote :

3. Des niveaux d'organisation

a. Les niveaux de base

*(!) **Échelles** très importantes !*

Atome :
Molécule :
Compartiment cellulaire : **Organite :**
Cellule :
Tissu :
Organe :
Système = appareil :
Organisme = individu :

b. Les niveaux écologiques

Écologie :

*(!) **Exemples** utiles !*

Individu
Population :
Peuplement, guilde, cohorte :
Biocénose = communauté :
Écosystème :
Paysage :
Biomes : → regroupés en **zones biogéographiques= écozones**
Biosphère :

4. Un système thermodynamique ouvert, c'est-à-dire qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement

a. Activité, variabilité et stabilité des systèmes biologiques

Homéostasie : → suppose une **régulation**
État stationnaire (de non-équilibre) :
Systèmes dissipatifs :
Systèmes thermodynamiques ouverts :
Systèmes stables (*perdurant à un haut degré d'organisation*)… bien que **loin de l'équilibre** !

***Turn-over* moléculaire :**

FIGURE 1. Les êtres vivants, des systèmes thermodynamiques ouverts (= qui échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement). *Voir le texte.*

b. Le métabolisme

Métabolisme :

5. L'unité physiologique : les grandes fonctions du vivant

Physiologie :

a. Les fonctions de relation

Fonctions de relation (sens large) :

- Fonctions de relation (sens strict) :

- Fonctions d'intégration :

Chez les **Mammifères**, cela comprend :
Soutien, locomotion, mise en mouvement : système squelettique, système musculaire
Maintien de l'intégrité et défense : système tégumentaire, système immunitaire
Perception de l'environnement : systèmes sensoriels (souvent inclus dans le système nerveux)
Communication au sein de l'organisme, régulation : système nerveux, système endocrinien

b. Les fonctions de nutrition

Fonctions de nutrition (sens large) :

Chez les **Mammifères**, cela comprend :
Respiration = échanges gazeux : système respiratoire
Alimentation = nutrition au sens strict : système digestif
(Prise alimentaire / Digestion / Assimilation…)
Milieu intérieur et sa distribution (circulation) : système circulatoire (= système cardiovasculaire)
Excrétion : système urinaire [+ système respiratoire : excrétion du CO_2]

c. Les fonctions de reproduction

Fonctions de reproduction (sens large) :

- Fonctions de reproduction (sens strict) :

→ *Méiose / gamétogenèse, rapprochement des gamètes, fécondation…*

- Cycle de vie (= cycle biologique = cycle biotique = cycle biontique = cycle vital = cycle de développement…) **:**

- Développement = ontogenèse :

- Vieillissement / sénescence

Rappel :
Haploïdie : ***état d'un organisme ou d'une cellule dont les chromosomes sont présents en simple exemplaire.*** Cas typique des gamètes chez nombre d'espèces.
Diploïdie : ***état d'un organisme ou d'une cellule dont les chromosomes sont présents en double exemplaire.*** Cas de la plupart des cellules dans les organismes étudiés cette année.

Encadré A Les grandes fonctions physiologiques à l'échelle de la cellule

Les **fonctions de relation**, de **nutrition** et de **reproduction** se retrouvent à l'échelle d'une seule cellule, ce qui fait bien de cette entité **l'unité à la fois structurale et fonctionnelle de base des êtres vivants**. Rappelons d'ailleurs qu'un être vivant peut être constitué d'une seule cellule.

Fonctions de relation = ***fonctions de relation de la cellule avec son environnement (le milieu extracellulaire)***
Structure et soutien, interactions (mécaniques, chimiques…) avec d'autres cellules, les matrices, les liquides circulants ou interstitiels, locomotion, mise en mouvement (ou fixation), maintien de l'intégrité cellulaire, communications intercellulaires…

Fonctions de nutrition = ***échanges de matière et d'énergie entre la cellule et le milieu extracellulaire***
Échanges de matières (transports transmembranaires, trafic vésiculaire), échanges d'énergie, métabolisme (catabolisme, anabolisme), expression génétique…

Fonctions de reproduction = ***production de nouvelles cellules avec transmission de l'information génétique et acquisition possible de particularités structurales et fonctionnelles***
Cycle cellulaire, réplication, division cellulaire, croissance cellulaire, différenciation, sénescence…

B. Un animal (Métazoaire) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique)

Métazoaires = *Animaux pluricellulaires*

1. Un organisme pluricellulaire : un ensemble d'organes spécialisés au fonctionnement coordonné

Pluricellulaire :

Implications :

-
-
  -
  -
-
  -
  -

FIGURE 1bis. La Vache, un organisme constitué d'appareils spécialisés interagissant entre eux : l'exemple des fonctions de nutrition. D'après SEGARRA *et al.* (2014)

2. Un organisme hétérotrophe : un consommateur de matière organique pré-existante

Hétérotrophes (par rapport à l'azote et au carbone) :

Cas de la Vache :

- **Phytophage (=herbivore au sens large) = consommateur primaire** :

- **Herbivore au sens strict** :

3. Un organisme phagotrophe : un consommateur d'aliments massifs ou particulaires ingérés puis digérés

Phagotrophie :
→ ***Bouche*** *(Anus)*

Cela s'oppose à l'**absorbotrophie** ou **osmotrophie** où ***les organismes s'alimentent uniquement de substances dissoutes***, comme c'est le cas des '**champignons**' pourtant eux aussi **hétérotrophes** (vis-à-vis du carbone).

C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique)

1. Un organisme vivant dans une prairie ou une stabulation

Prairie :
Pâturage : - Sens 1 : - Sens 2 :
Stabulation :

2. Un organisme qui vit en milieu aérien : adaptations aux contraintes physico-chimiques de ce milieu

TABLEAU I. Quelques réponses anatomo-fonctionnelles de la Vache à quelques caractères physico-chimiques du milieu aérien. Inspiré de DAUTEL *et al.* (2017)

Caractère	Conséquences biologiques

3. Des relations avec les congénères de la même espèce : les relations intraspécifiques

Relations intraspécifiques (= homotypiques) **:**

a. Le grégarisme et la socialité

Grégarisme :

Socialité :

b. Communication et reconnaissance

Odeur / **Attitudes** (menace, soumission, fuite, alerte…) / **Meuglement = beuglement** (faim / soif, appel d'un veau ou d'un congénère, souffrance…

c. Dominance, soumission ; *leadership*

Individus dominants :

Individus soumis :

- Mise en place des **relations hiérarchiques** lors de la **1e rencontre**
- Si **plus de 50 vaches** : **perte** de la **reconnaissance** >> **nouvelles relations** à chaque rencontre
- **Toilettage** entre Vaches de **même rang**

Vache *leader* = meneuse :

→ *sans lien avec son statut de dominance-soumission*

d. Le soin et l'alimentation des jeunes (veaux)

Comportements des **Vaches allaitantes** :

-

-

-

e. Des comportements sexuels

Œstrus = chaleurs :

Manifestations :

- Une **agitation anormale** ;
- La **libération** de **phéromones**, essentiellement **d'origine vaginale**.

Détection par le **Taureau**

4. Des relations avec des organismes d'autres espèces : les relations interspécifiques

Relations interspécifiques (= hétérotypiques) **:**

FIGURE 2. Quelques relations interspécifiques dans la prairie.
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017).

TABLEAU II. Effets positifs ou négatifs des relations interspécifiques sur les protagonistes.
D'après SELOSSE (2014)

Interaction	Partenaire A	Partenaire B

Relations indifférentes = neutralisme : Ex.
Relations mangeur-mangé = prédation au sens large :
- Phytophagie (= herbivorie au sens large) : Ex.
- Prédation au sens strict : Ex.
Compétition (= concurrence) interspécifique : *Pas d'exemple avec la Vache ?*
Parasitisme : Ex.
Mutualismes :
- Symbiose (sens francophone) **:** Ex.
- Coopération interspécifique : *Pas d'exemple avec la Vache ?*

D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique)

1. Une espèce dans la classification

Classification biologique :
Caractères :
Classification phylogénétique :

Classification de *Bos taurus* (groupes de la figure 3 + quelques caractères dérivés)
- Domaine : **Eucaryotes** (*cellules avec noyau*)
- Règne :
- Embranchement :
- Classe :
- Ordre :
- Famille :
- Genre ***Bos*** / espèce ***Bos taurus***

2. L'existence d'une diversité intraspécifique : les races de Bovins

Races :

Quelques exemples :
- **Vaches laitières** (sélectionnées pour leur forte production laitière) : Prim'Holstein, Normande…
- **Vaches à viande** (sélectionnées pour le gabarit important de leur progéniture) : Charolaise, Limousine…
- **Vaches mixtes** (compromis entre les deux) : Aubrac, Montbéliarde, Salers…

E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique)

- On peut définir :
  - L'**agronomie** comme la ***discipline appliquant les connaissances scientifiques à la compréhension et l'amélioration des pratiques agricoles (incluant donc au sens le plus large l'élevage)***.
  - La **technologie** comme la ***discipline scientifique étudiant les techniques***, une **technique** étant un ***procédé à visée utilitaire appliquant des connaissances scientifiques ou empiriques***.

1. La Vache, fruit de la domestication et de la sélection artificielle

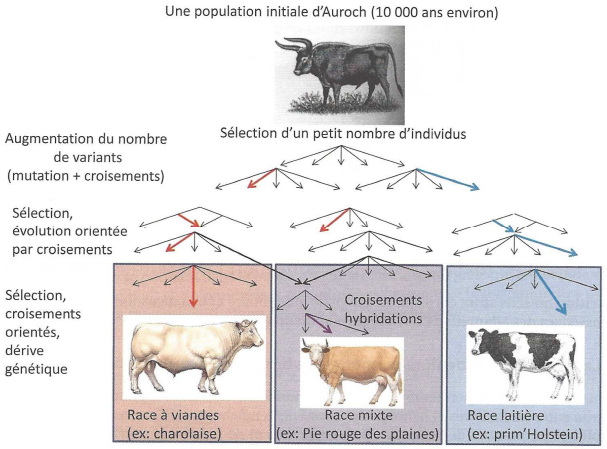


FIGURE 5. Le principe de la domestication et de la sélection chez la Vache.
D'après DAUTEL *et al.* (2017).

a. La domestication de la Vache à partir de l'Auroch au Néolithique

Aurochs (*Bos primigenius*) :

Domestication 8000 à 6000 av. J.-C.

b. Une sélection artificielle de caractères qualitatifs ou quantitatifs intéressants pour l'Homme

Sélection artificielle :

- **traits quantitatifs** : masse musculaire (production de viande), production laitière…
- **traits qualitatifs** : couleur de la robe, absence ou présence de cornes, sensibilité aux maladies…

Cette **sélection** repose sur :
- L'apparition de **nouveaux phénotypes** par **mutation** ;
- Le **croisement entre eux** d'**individus porteurs** de ces **phénotypes** ;
- Leur éventuel **croisement par hybridation** avec **d'autres individus** porteurs **d'autres caractéristiques phénotypiques intéressantes** ;
- La **fixation** de **certains traits** par **dérive génétique**.

2. La Vache, « objet » au service de l'Homme

a. Un animal pourvoyeur de lait et de viande (visée alimentaire)

b. Un animal de trait (visée agricole)

c. Un animal pourvoyeur de cuir

3. La Vache, organisme dont la reproduction demeure maîtrisée par l'Homme (insémination artificielle, transferts d'embryons, sélection génomique)

Techniques récentes au service de la **sélection** :

-

-

-

Bilan (adapté du programme)	✓ Tout **organisme vivant** est un **système thermodynamique ouvert**, en besoin permanent d'**énergie**. ✓ Dans le cas de **l'organisme animal**, ce besoin est satisfait par la **consommation d'aliments** (**hétérotrophie**), suivie de leur **transformation**. ✓ **L'étude de l'organisme** relève ainsi d'**approches multiples**, **diversifiées** et **complémentaires** : **taxonomique**, **écologique**, **agronomique**, **technologique**.

II. La Vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement : les fonctions de nutrition (s. l.)

Fonctions de nutrition au sens large :

Chez les **Mammifères**, cela comprend :
Respiration = échanges gazeux : système respiratoire
Alimentation = nutrition au sens strict : système digestif
(Prise alimentaire / Digestion / Assimilation…)
Milieu intérieur et sa distribution (circulation) : système circulatoire (= système cardiovasculaire)
Excrétion : système urinaire [+ système respiratoire : excrétion du CO_2]

Capacités exigibles	✓ **Connaître** les différentes fonctions et relier les grands traits de leur réalisation aux supports anatomiques, dans un milieu de vie donné ; ✓ **Expliquer** et **identifier** sur quelques situations simples les interactions entre les fonctions qui fondent l'unité de l'organisme.

A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets

1. Un prélèvement de matière organique, d'eau, d'ions et de dioxygène dans l'environnement

Prélèvement dans l'environnement :
-
-

Aérobies stricts :

2. Une intégration de la matière dans l'anabolisme et le catabolisme : l'assimilation

Assimilation :

3. Une évacuation des déchets à l'extérieur de l'organisme : l'excrétion

Excrétion (*sensu* physiologie animale) **:**

Sens 2 : ***toute sécrétion à l'extérieur de l'organisme, et pas forcément uniquement de déchets***

B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif

1. Quelques concepts préliminaires

a. La notion d'aliment et de nutriment

Aliment :
Nutriment :

b. Des aliments aux nutriments : la digestion

Digestion (sens large) : → **appareil digestif**
Digestion (sens strict) :

c. Les grands mécanismes de la digestion : motilité, digestion chimique (y compris symbiotique), absorption

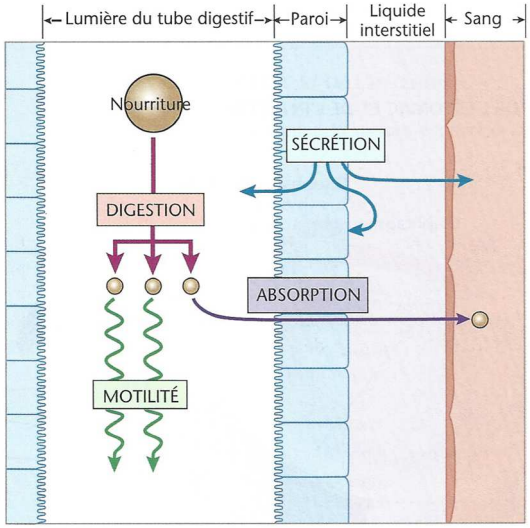


FIGURE 6. Processus fondamentaux dans le tube digestif. D'après SILVERTHORN *et al.* (2007).

(!) **Péristaltisme** =

d. La notion de système digestif : tube digestif et glandes digestives

Tube digestif :
Glandes digestives :

2. Le point de départ : une alimentation végétale

a. Une alimentation qui comprend une grande partie de plantes herbacées riches en cellulose…

Foin =

Ensilage =

Tourteaux =

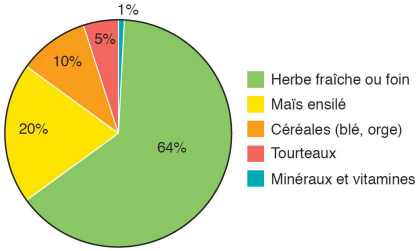


FIGURE 7. Alimentation typique et moyenne d'une vache laitière en France. D'après SEGARRA *et al.* (2014)

b. … couvrant les besoins de l'animal

TABLEAU III. Les besoins alimentaires de la Vache et leur satisfaction. D'après DENŒUD *et al.* (2013)

Besoins	Implications physiologiques	Apport dans le cadre de l'élevage
Eau	Maintien de l'équilibre hydrique	30 litres (Vache en gestation) à 80 litres (Vache allaitante)
Glucides et lipides	Apport en énergie : chaleur, mouvement, production de lait	Fourrage sec et fourrage vert
Protéines	Croissance des muscles et donc production de viande et de lait	Soja (dont les tourteaux), poisson sec, farines de viande et de sang, fourrages (légumineuses)
Minéraux, calcium et phosphore, sel	Croissance (en particulier des os), production de lait et reproduction	Poudres d'os, coquillage broyés, chaux grasse, sel
Vitamines A, B, C, D, et E	Croissance	Herbes fraiches

3. La prise alimentaire (= manducation) au niveau de la bouche

Prise alimentaire = manducation :

a. La mastication, broyage mécanique par les mâchoires et la dentition

Mastication :

α. Notions générales sur la mâchoire et la dentition des Mammifères

>> Les **dents labiales** (de *lèvre*)

- **incisives I** = ***permettent de couper les aliments mais aussi leur préhension***.
- **canines C** = ***permettent de déchirer les aliments*** et aussi, chez les **espèces carnassières** où elles forment des **crocs**, ***d'immobiliser, d'affaiblir et/ou de tuer des proies***.
  [*Elles sont* ***absentes de la mâchoire supérieure*** *de la* ***Vache*** *et* ***incisiformes*** *dans la* ***mâchoire inférieure***]

>> Les **dents jugales** (de *joue*)

- **prémolaires PM** et **molaires M** = ***permettent essentiellement de broyer les aliments***.

⮝ **FIGURE 8. Organisation du crâne et de la denture de la Vache.**
D'après PEYCRU *et al.* (2013) [oui, il faut redessiner ça… pour bien comprendre]

Pour information
Un **condyle** est une ***surface osseuse elliptique convexe autour de laquelle vient s'appliquer un autre os au sein d'une articulation***.

β. Une dentition de la Vache qui favorise la coupe puis le râpage des végétaux

Phytophagie / **herbivorie** : voir fiche page 5

Belle saison : peut manger **12 à 13 kg d'herbe fraîche** par jour.

Formule dentaire :

$$\frac{demi-mâchoire\ supérieure}{demi-mâchoire\ inférieure}$$

(!) Pas de dents labiales supérieures : : **l'os** fait **butée** pour la mâchoire inférieure
(!) Canines inférieures incisiformes

Dentition sélénodonte :

Quelques formules dentaires

- **Homme : 2.1.2.3/2.1.2.3** = $\frac{2.1.2.3}{2.1.2.3} = \frac{I2\ \ C1\ \ PM2\ \ M3}{I2\ \ C1\ PM2\ \ M3} = \frac{demi-mâchoire\ supérieure}{demi-mâchoire\ inférieure}$
- **Vache : 0.0.3.3/3.1.3.3**
- **Souris : 1.0.1.2/1.0.1.2** [revoir TP Souris !]
- **Chien : 3.1.4.2/3.1.4.3**

b. L'insalivation, humidification et début de digestion des aliments grâce aux glandes salivaires

Insalivation :

Glandes salivaires :

Rôles de l'insalivation :
- L'**humidification** du **bol alimentaire**.
- Un **rôle tampon** en lien avec une forte riche en **bicarbonates de sodium** ($Na+ + HCO_3^-$).

Particularités de la Vache :
(!) **Insalivation initiale** très **courte**… mais **forte participation ultérieure** à la **rumination** !
[**100 à 200 L / j de salive**]
(!) **Pas d'amylases salivaires** (⇒ pas de ~~prédigestion de l'amidon en maltose~~)
(!) Sécrétion d'**urée** (⇒ alimentation azotée des micro-organismes)

c. Au niveau pharyngien : la déglutition

Bol alimentaire :

Déglutition :

Pharynx :

d. Vers la panse (= rumen) : l'œsophage

Œsophage :

4. Un animal polygastrique dont l'estomac comprend quatre poches et est impliqué dans la digestion mécanique et chimique, l'absorption de nutriments et des symbioses microbiennes

a. Organisation et caractéristiques anatomiques de l'estomac (ou « des » estomacs)

- **Estomac** de la Vache = **71 % du tube digestif**
- ***Constitué de quatre poches*** (animal « **polygastrique** ») :
  - ∘∘
  - ∘∘
  - ∘∘

    Les **replis de ces trois poches** sont en lien avec une **activité d'absorption de nutriments**.
  - ∘∘

FIGURE 10. Organisation de l'estomac (sens large) d'une Vache.
D'après VINCENT (1962)

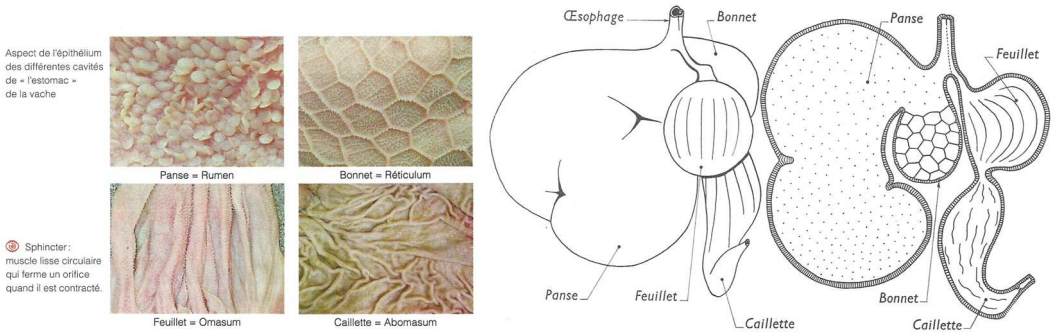


FIGURE 10'. Organisation de l'estomac (sens large) d'une Vache.
D'après SEGARRA *et al.* (2014)

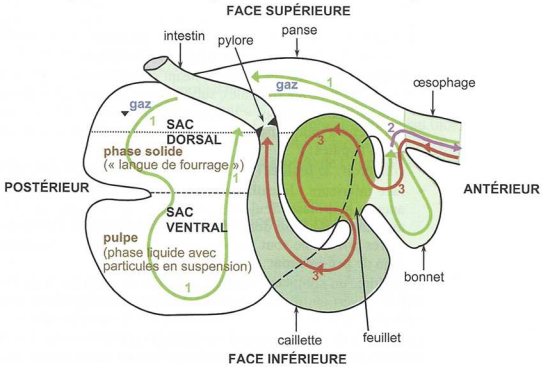
TABLEAU IV. Caractéristiques et fonctions des différents segments du tube digestif de la vache. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

	Segment du tube digestif		% du volume total	Fonction	Substances absorbées
Partie antérieure du TD					
Partie postérieure du TD					

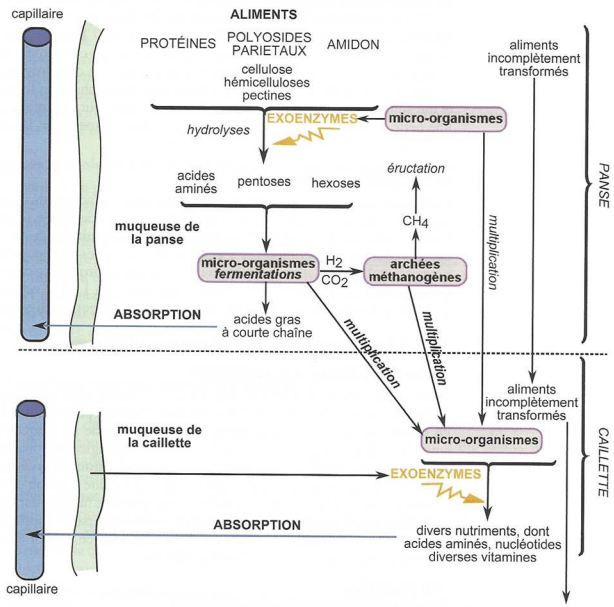
b. Des événements digestifs en association avec des micro-organismes symbiotiques dans le rumen

α. Une arrivée quasi-immédiate après la manducation suivie d'un long séjour (stockage et brassage mécanique) – séjour 10-12 h

β. Une poche très riche en micro-organismes qui produisent des hydrolases variées permettant la digestion chimique des matières végétales



Le tube digestif de la vache (vue latérale droite) et la rumination.
Les étapes du circuit du bol alimentaire sont indiquées et numérotées dans l'ordre chronologique.



Digestion des aliments et absorption des nutriments.

FIGURE 11. Les événements digestifs dans les poches de « l'estomac ».
D'après PEYCRU *et al.* (2013)

- Conditions : **pH 5,5-7,3** // température **40 °C**
- **Bactéries**, **Ciliés**, **'champignons'**…
- Production d'**hydrolases** (**digestion** de **glucides**, **protéines**, **lipides**), notamment de **cellulases** [cellulolyse]

*Notons que, contrairement à d'autres Mammifères, ce sont ici des **micro-organismes symbiotiques** qui produisent les **enzymes** et non la **paroi du tube digestif** (au moins dans cette partie du tube).*

> ***Une véritable symbiose***
> Le **bénéfice** est **réciproque** :
> - Dans le cas des **Ruminants** : **digestion de substances « en théorie » non digérables**.
> - Dans le cas des **micro-organismes** : **fourniture d'aliments** par le Mammifère + **environnement propice** à leur **développement**.

- **Faible digestion** des **lignines** et **tanins** ; développement de **moisissures**

γ. Une fermentation des nutriments par les micro-organismes qui produisent des acides gras volatils (AGV : acétate, propionate, butyrate…)

+ production de **CO_2** et **H_2**

δ. Une absorption directe des acides gras volatils par la muqueuse digestive du rumen

(!) **70% des apports alimentaires** de l'animal

ε. Une méthanogenèse assurée par des Archées à l'origine des éructations libératrices de méthane dans l'atmosphère

- Présence d'**Archées méthanogènes anaérobies strictes** (= *qui ne peuvent pas vivre en aérobiose*)
- Convertissent une partie du **CO_2** et **H_2** en **CH_4** (méthane)

Évite des **pressions partielles trop élevées** de ces **gaz**, potentiellement **toxiques** pour les **autres micro-organismes**

- **Excès** de méthane et dioxyde de carbone : **éructé**

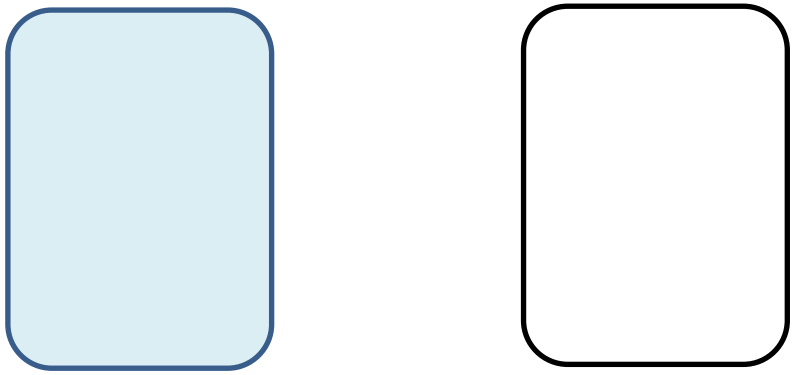
→ **10 à 20 %** des émissions atmosphériques de **méthane**, puissant **GES**

Syntrophie :

TABLEAU VI. Apports trophiques dans le cadre de la symbiose entre la Vache et les micro-organismes du rumen. D'après PEYCRU *et al.* (2014)

Apports du ruminant	Échanges	Apports des micro-organismes
Milieu constant, anoxique et réducteur T = 40 °C pH = 6,5	------→	
Brassage du contenu de la panse	------→ ←------	Microbrassage
Macromolécules glucidiques (amidon, cellulose, hémicellulose, pectine)	------→	
AGV	←------	Digestion de la cellulose, hémicellulose, pectine par les enzymes des micro-organismes ; formation d'acides gras volatils (AGV) par fermentations
Molécules azotées (protéines végétales, urée)	------→	Digestion libérant NH_3 ; synthèse de protéines des micro-organismes et de vitamines
NH_3, vitamines, protéines	←------	
Eau	------→	

En noir : apports du ruminant aux micro-organismes.
En bleu : apports des micro-organismes aux ruminants. Lorsqu'il n'y a pas de molécule(s) indiquée(s) en face d'une flèche c'est que l'action s'accompagne d'une transformation de matière.



⮝ **FIGURE 13. Un exemple de syntrophie entre micro-organismes dans le rumen de la Vache [pour information ?].** D'après PEYCRU *et al.* (2014)

ζ. Une chaîne trophique dans le rumen impliquant des micro-organismes qui seront *in fine* en grande partie digérés par l'animal

⮝ **FIGURE 14. La chaîne trophique du rumen chez les Ruminants.**

- Hausse de **60 à 70 % par jour** de **l'effectif** de **micro-organismes**
- L'essentiel d'entre eux **termine** dans la **caillette** → **digestion** par la **Vache**

5. Les événements digestifs ultérieurs

a. La régurgitation et la rumination dans la cavité buccale

Après **des heures** dans la **panse** :
- **Contenu** de la panse → **aggloméré** en **boulettes** dans le **bonnet**
- **Régurgitation** vers la **bouche** → **rumination**

Rumination (mastication mérycique) **:**

b. Un trajet direct vers le feuillet puis la caillette, point de départ d'une digestion selon des modalités plus « classiques »

Suc gastrique : **pepsine** [protéolyse], **lysozyme** [dégradation de la paroi muréique bactérienne]…
(!) les **micro-organismes** sont alors **tués** et commencent à être **digérés** (entre **1 et 1,5 kg de micro-organismes** seraient ainsi digérés quotidiennement !).

c. L'intestin grêle, lieu de digestion et d'absorption de nombreux nutriments en lien avec l'action de la bile et du suc pancréatique

α. L'intestin, long conduit très replié assurant l'absorption de nombreux nutriments notamment issus de la digestion des micro-organismes

Intestin grêle :

→ **duodénum** / **jéjunum** / **iléon**

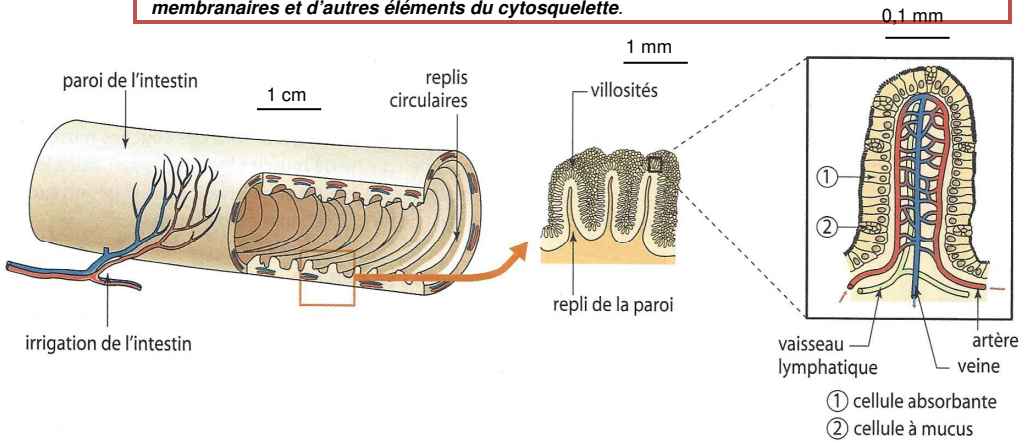
Trois niveaux de repliements :

-

-

-

La **forme des microvillosités** est due à des ***filaments fins d'actine en lien avec des protéines membranaires et d'autres éléments du cytosquelette***.



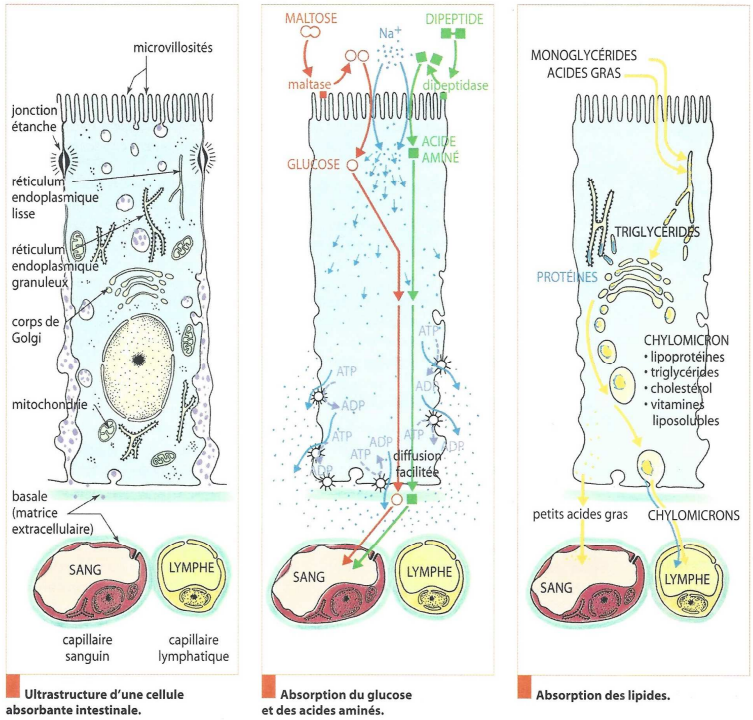
⮝ **FIGURE 16. Augmentation de la surface de la paroi de l'intestin grêle par trois niveaux de replis.** D'après PÉRILLEUX *et al.* (2002).

Vache : surface d'absorption d'**environ 4300 m²** (**17 terrains de tennis**).

Absorption intestinale (notamment de **composés** issus de la **digestion** des **micro-organismes**) :

-
-
-
-
-

Quelques exemples de **transports transmembranaires** au niveau de **l'entérocyte** sont présentés dans le chapitre 2 sur les membranes).



Ultrastructure d'une cellule absorbante intestinale. Absorption du glucose et des acides aminés. Absorption des lipides.

FIGURE 19. L'absorption intestinale : une vision simplifiée.
D'après PÉRILLEUX *et al.* (2002).

β. Une absorption précédée d'une digestion chimique dans la lumière intestinale, largement due aux sécrétions pancréatiques et hépatiques

- **Bicarbonates** du **suc pancréatique** : **pH** redevenant **neutre**
- **Digestion** intestinale :
  -
    -
    -
  -

Bile :
Sels biliaires :

d. Une déshydratation des restes alimentaires dans le gros intestin avant égestion des fèces par l'anus

Gros intestin :

- **Symbioses** microbiennes
- Derniers **AGV absorbés** : **10-15 %** du total
- **Forte absorption d'eau** et **d'ions**

Les **composés azotés** produits par les **Bactéries** dans cette partie du **tube digestif** ne sont **presque pas absorbés**, de sorte que **les bouses de Vache enrichissent localement le sol en azote**.

→ Déshydratation des **fèces**

6. Bilan : une vue d'ensemble de la digestion des Ruminants

- Voir figures 22-25.

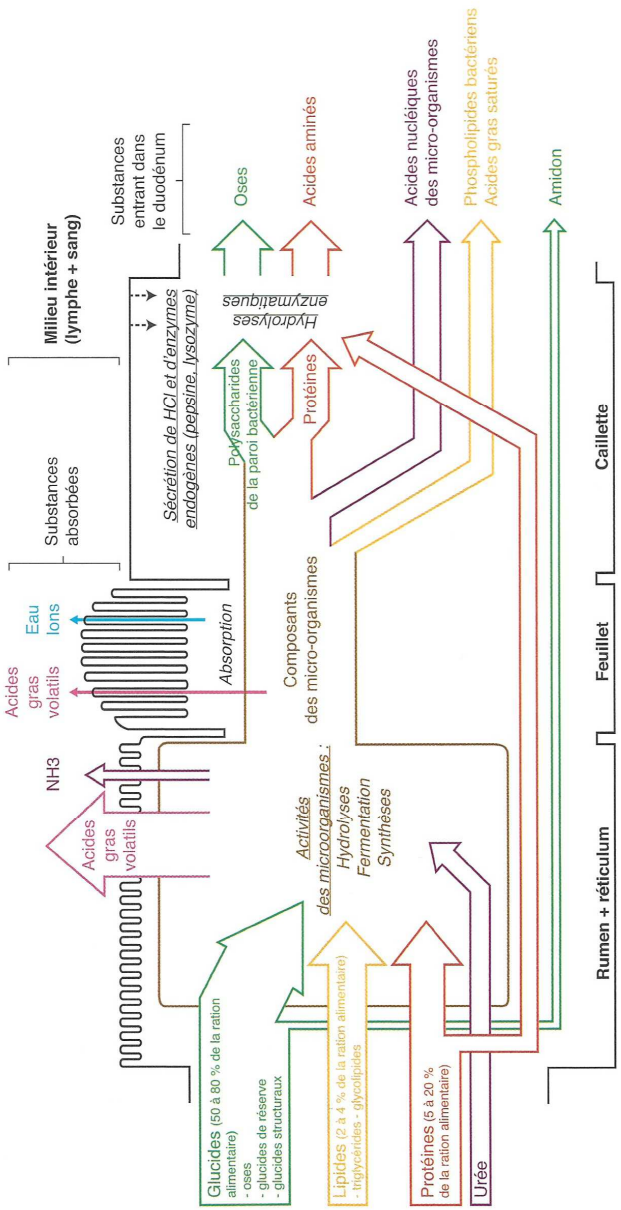


FIGURE 22. Synthèse sur la digestion chez les Ruminants. D'après SEGARRA *et al.* (2014)

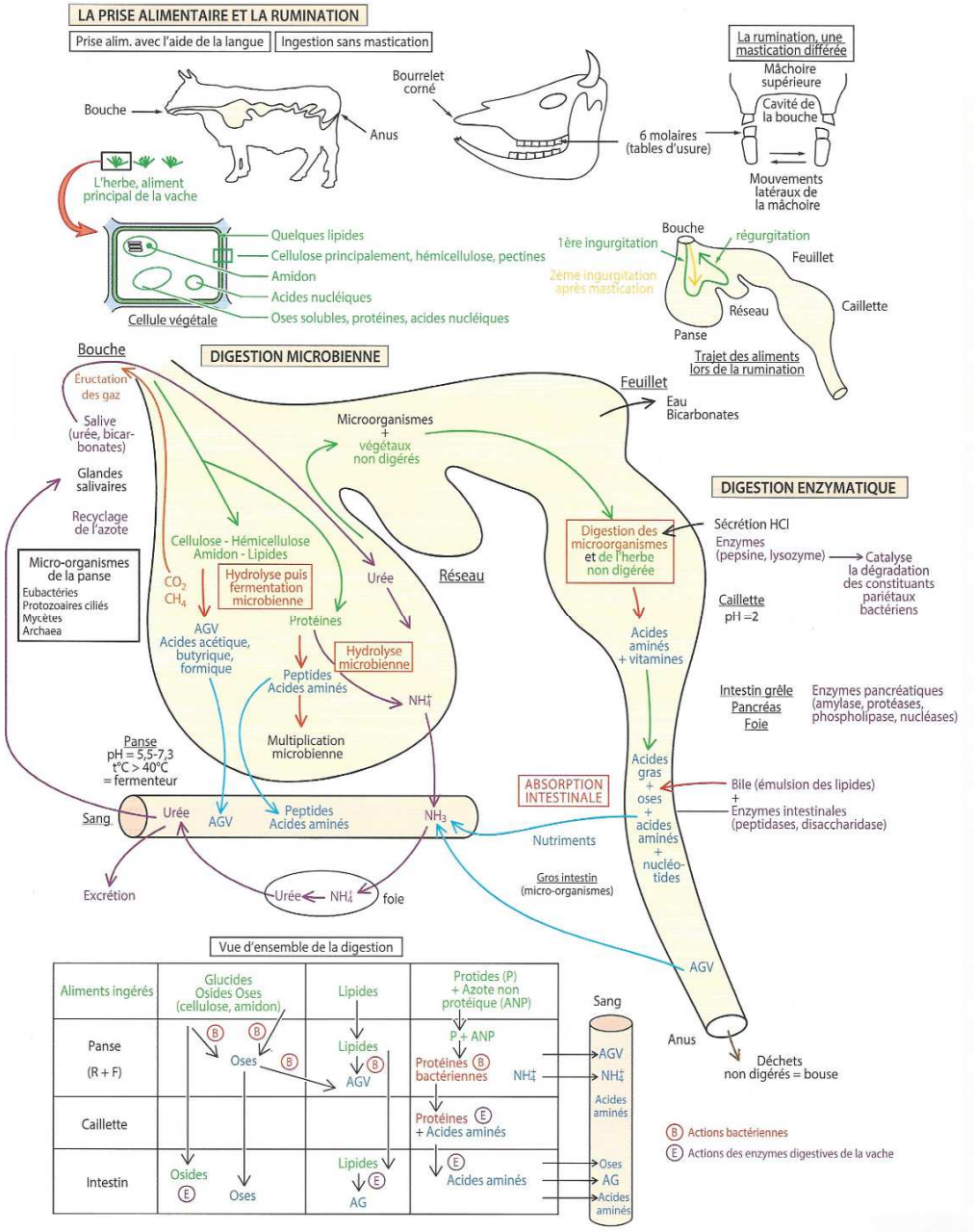


FIGURE 23. Vue d'ensemble de la digestion chez la Vache.
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017).

FIGURE 25. Vue d'ensemble de la digestion chez la Vache. *Original.*
(!) On n'oublie pas de légender les flèches utilisées.

C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire

Voir chapitre 9 (Respiration animale)

1. La fonction respiratoire : des échanges gazeux permettant la respiration cellulaire

Respiration cellulaire :

Voir chapitre 5 (Dynamiques métaboliques des cellules eucaryotes)

Respiration :

2. Des échanges entre sang et environnement (poumons : respiration interne)

Respiration interne :
Respiration externe :

3. Le système respiratoire : des organes situés dans la cavité thoracique et réalisant la respiration externe

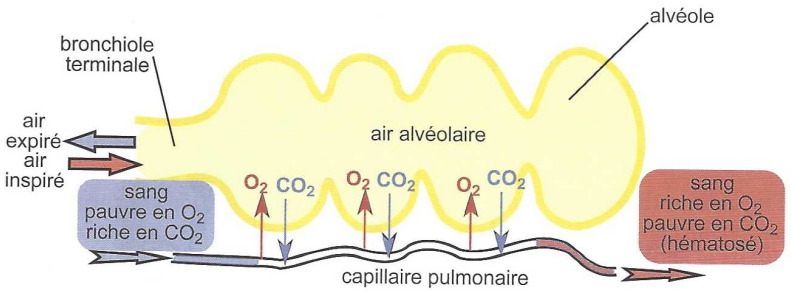


FIGURE 27. Réalisation des EGR. D'après PEYCRU *et al.* (2013)

TABLEAU VI. Quelques données chiffrées sur l'appareil respiratoire de la Vache. D'après SEGARRA *et al.* (2014)

	Vache (700 kg)
Masse des poumons / masse du corps (en %)	0,73
Volume des poumons (en L)	12,4
Surface alvéolaire / volume des poumons (en cm^2/cm^3)	635
Surface alvéolaire totale (en m^2)	316

Présence de **muscles intercostaux**, **diaphragme** → **ventilation** =

Présence de **plèvres** =

4. Des adaptations au milieu aérien : invagination / ramification des structures, support squelettique, ventilation bidirectionnelle…

- On peut lister un certain nombre d'**adaptations du système respiratoire** à la vie en (tableau VII).

TABLEAU VII. Le milieu aérien : atouts et inconvénients dans la réalisation des échanges gazeux. D'après mon cours de Capes.

Caractéristiques du milieu	Conséquences sur les échangeurs respiratoires

FIGURE 26. Organisation de l'appareil respiratoire de la Vache. D'après PEYCRU *et al.* (2013) [seulement la figure du bas]

D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire)

1. La notion de système excréteur ou système urinaire

Excrétion :

→ **système excréteur = urinaire**

(!) **CO_2 excrété** par voie **respiratoire**

(!) Le terme « **excrétion** » peut aussi désigner ***toute sécrétion à l'extérieur de l'organisme, et pas forcément uniquement de déchets***.

Équilibre hydrominéral :

2. Un ensemble d'organes situés dans la cavité abdominale

Composition :

-

-

-

-

Urine :

- Urine primaire :
- Urine secondaire :

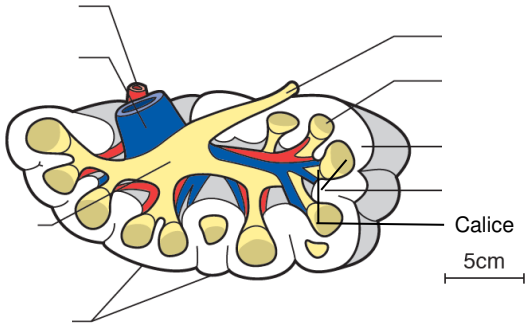


FIGURE 29. Organisation d'un rein de Vache. D'après SEGARRA *et al.* (2014).

Quelques chiffres (d'après SEGARRA et al., 2014) :
- ***Débit de filtration*** *du sang dans les reins d'une Vache : plus de* ***4000 L • j⁻¹***
  [à comparer au ***volume sanguin : 60 L*** *⇒ l'équivalent du* ***volume sanguin*** *est donc* ***filtré toutes les 20 min****]*
- ***Urine*** *produite : environ* ***21 L • j⁻¹***

3. Le néphron, unité de fonctionnement du rein produisant l'urine par ultrafiltration glomérulaire (→ urine I) puis réabsorption et sécrétion tubulaires (→ urine II = définitive)

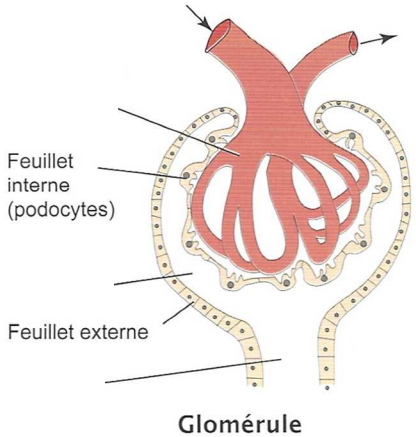


FIGURE 31. Organisation d'un néphron de Mammifère [*pour information*].
D'après RICHARD *et al.* (2014), modifié

Néphron :

- Corpuscule rénal (= de MALPIGHI**) = glomérule au sens large :**
° **Floculus = glomérule au sens strict** :

° **Capsule de BOWMAN** :

→ **ultrafiltration (glomérulaire)** :

→ **urine primaire**

- Système tubulaire :
TCP :
Anse de HENLÉ
TCD :

→ **réabsorption tubulaire** sélective par le **sang** de tous les **nutriments organiques** (*sauf trouble*), de nombreux **ions**, et d'une partie de **l'eau**
→ **sécrétion tubulaire** sélective **substances** et notamment d'**ions** par la paroi tubulaire
→ **urine secondaire = définitive**

FIGURE 32. Le couplage ultrafiltration glomérulaire / réabsorption-sécrétion tubulaire : principe très simplifié de fonctionnement du néphron. D'après SEGARRA *et al.* (2014), modifié.

4. La nature des excrétats : une évacuation d'eau, d'ions, d'urée (déchet azoté adapté à la vie aérienne) et d'éventuelles toxines

Substances évacuées :
-
-
-
-

On rappelle que, chez la **Vache**, une **partie de l'urée** est aussi **excrétée** au **niveau salivaire**, ce qui assure un **apport azoté** aux **micro-organismes de la panse**.

L'excrétion d'urée (**uréotélie**) est une **adaptation** à la vie en **milieu aérien**.

E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique]

Voir le chapitre 10 sur la **circulation des Mammifères**

1. La circulation, une fonction intégrative adaptée à la pluricellularité et à la spécialisation poussée des organes et tissus

Circulation :

→ rendue **nécessaire** par **l'augmentation de taille**, l'augmentation de la **distance entre les cellules** et le **milieu de vie**, et la **spécialisation** des organes / tissus / cellules

Homéostasie :

2. La présence de deux fluides circulants : le sang et la lymphe

a. Le sang, un tissu mobile composé de cellules (éléments figurés) et d'un plasma riche en solutés variés

Sang :

Système circulatoire clos :

Vache de **700 kg** : ***volume sanguin total*** (= **volémie**) ~ **56 L** (**8 %** de la **masse corporelle**).

b. La lymphe, liquide né de la filtration du sang et retournant au sang qui se déplace lentement dans un système propre (canaux lymphatiques)

Lymphe :

Il ne faut pas confondre la **lymphe** et la « **lymphe interstitielle** » qu'il vaut mieux appeler **liquide interstitiel** pour éviter toute méprise. Le **liquide interstitiel** est le ***liquide dans lequel baignent les cellules au sein des tissus***.

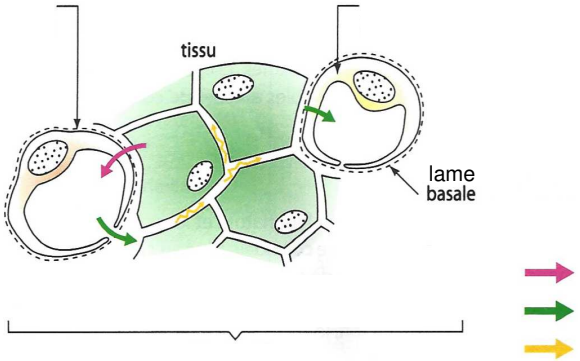


FIGURE 33. Le réseau lymphatique et ses liens avec le sang.
D'après PÉRILLEUX *et al.* (2002).

Chez les **Mammifères**, il existe **trois** **liquides extracellulaires** (figure 33) :
° Le **sang**
° La **lymphe** (ou « lymphe canalisée »)
° Le **liquide interstitiel** (ou « lymphe interstitielle »)

*Ces **trois liquides** sont **interdépendants** (figure 33) : le **liquide interstitiel** provient du **sang** et une partie du **liquide interstitiel** termine dans les canaux lymphatiques et devient la **lymphe**.*

Chez les Animaux pluricellulaires, on appelle **milieu intérieur** ***l'ensemble des liquides extracellulaires circulants dans l'organisme*** ; il s'agit du **sang** et de la **lymphe** chez les Mammifères (et, en raccourci, on désigne là **surtout le sang**).
*L'expression « **milieu intérieur** » est donc synonyme de « **liquides circulants** ».* Mais parfois, certains auteurs y ajoutent aussi le **liquide interstitiel** de sorte que, *dans ce cas, le « **milieu intérieur** » devient alors synonyme de « **liquides extracellulaires** ».*

3. La circulation lymphatique : une circulation lente à basse pression remplissant quelques fonctions nutritives et immunitaires

a. Une circulation lente dans des canaux lymphatiques qui commence en cul-de-sac dans les tissus et retourne *in fine* au sang veineux

Système lymphatique :

Déplacement : **3000 fois** plus **lent** que le **sang** (par **contractions des muscles squelettiques** alentour ou des **muscles lisses viscéraux**)
Exemple : vitesse de **100 mL/h (au repos)** au niveau du **canal thoracique** qui se jette dans la **veine sous-clavière** gauche
(!) Système de **valvules**
(!) **Ganglions lymphatiques** (rôle **immunitaire**) sur le trajet

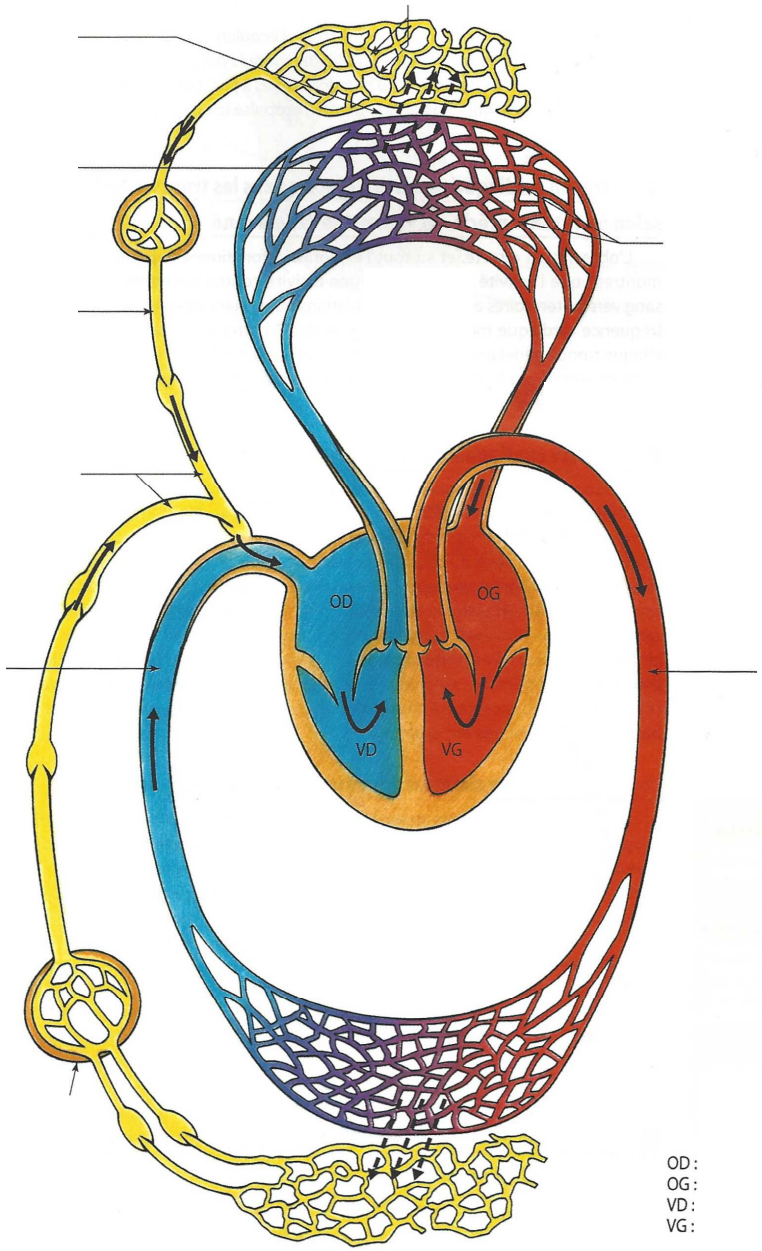


FIGURE 34. Le réseau lymphatique et ses liens avec le sang. D'après PÉRILLEUX et al. (2002).

b. Des fonctions essentiellement nutritives et immunitaires

1.

2.

3.

4.

Tous les tissus ne sont pas en relation avec le système lymphatique ; c'est le cas du système nerveux central, du tissu osseux, du placenta, de la cornée, de la rétine…

4. La circulation sanguine : une circulation rapide à haute pression participant à la nutrition de l'ensemble de l'organisme et aux fonctions de relation

a. La notion d'appareil cardiovasculaire : le sang, les vaisseaux et le cœur

Appareil cardio-vasculaire = circulatoire :
- Sang
- Vaisseaux :
- Cœur :

Les **valeurs hémodynamiques de la Vache** sont difficiles à trouver et semblent **très variables** mais il semble que le **pouls moyen** soit de l'ordre de **60-70 battements par minute** pour une **pression artérielle moyenne (PAM) de 160 mm Hg** (contre **90 mm Hg en moyenne** chez **l'Homme**). Les **vitesses de circulation** au niveau du cœur atteindraient **40-50 L • min^{-1}**, soit un peu moins de la volémie.
(!) Valeurs au repos, données à titre indicatif (source : DOYLE et al. 1960)

FIGURE 36. La double circulation sanguine. D'après MARIEB (2005), modifié.

b. Une circulation qui suppose la mise en mouvement active du fluide par le cœur, pompe foulante et aspirante

Deux continuums de cavités
(chaque continuum comprenant une **oreillette** et un **ventricule** séparés par un **septum interventriculaire** (figures 35-36).

Aspiration du sang [pompe aspirante] qui lui **revient à basse pression par les veines** et **expulsion** [pompe foulante] du **sang à haute pression par les artères**.

Alternance ***relâchement*** (**diastole**) [→ **remplissage**] et ***contraction*** (**systole**) [→ **expulsion sous haute pression** du **sang** dans le **réseau artériel**]

c. Une circulation qui suppose le passage du sang dans des conduits : les vaisseaux sanguins (artères, capillaires, veines)

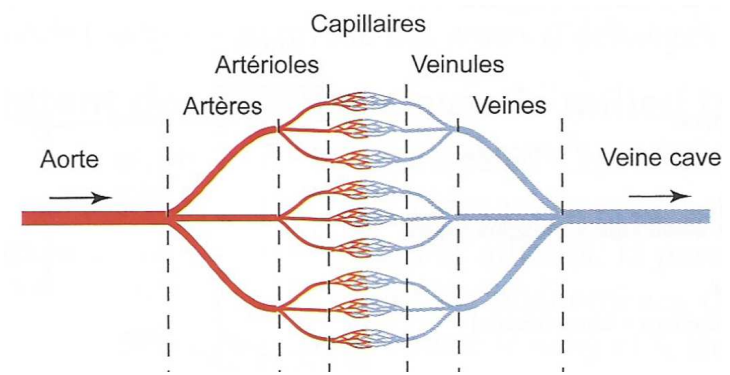


FIGURE 37. Les tronçons vasculaires de la circulation générale. D'après RICHARD *et al.* (2015).

Réseau artériel (artères au sens large) : (!)
Capillaires : (!)
Réseau veineux : (!)

d. Une circulation composée de deux boucles (circulations pulmonaire et générale) en série assurant la charge et la décharge en gaz respiratoires

Circulation pulmonaire = petite circulation : (!)
Circulation générale = systémique = grande circulation : (!)

On peut noter ici que la **circulation générale** et la **circulation pulmonaire** sont *en série l'une par rapport à l'autre* mais que, au sein de la **circulation générale**, les **organes** sont placés *en dérivation les uns par rapport aux autres*.

e. Une circulation au centre du fonctionnement de l'organisme : une fonction intégrative

- Redisons que la circulation est une **fonction intégrative** (figure 38), c'est-à-dire de ***mise en relation des cellules, des organes et/ou des appareils***.
- Ses **fonctions** sont très nombreuses :
  [Fonctions de nutrition]
  - Récupération et transport des **gaz respiratoires**,
  - Récupération et transport des **nutriments**, de **l'eau** et des **ions**,
  - Récupération et transport des **déchets métaboliques**,

  [Fonctions de relation]
  - Récupération et transport des **hormones** [communication intercellulaire],
  - Récupération et transport de **molécules et cellules maintenant l'intégrité** de **l'organisme** [immunité, coagulation…]

  …

F. Bilan sur les fonctions de nutrition

- Voir la figure 38.
  *(!) On notera le **positionnement fonctionnel central** de la **circulation**.*

Bilan (adapté du programme)	✓ L'**organisme animal** consomme des **aliments** qui subissent ensuite une **transformation**. ✓ Les **métabolites** sont **distribués** dans **l'ensemble de l'organisme** et entrent ainsi dans le **métabolisme**. ✓ Le **métabolisme énergétique aérobie** est relié à la **fonction respiratoire**. ✓ Les **déchets** produits sont **éliminés**.

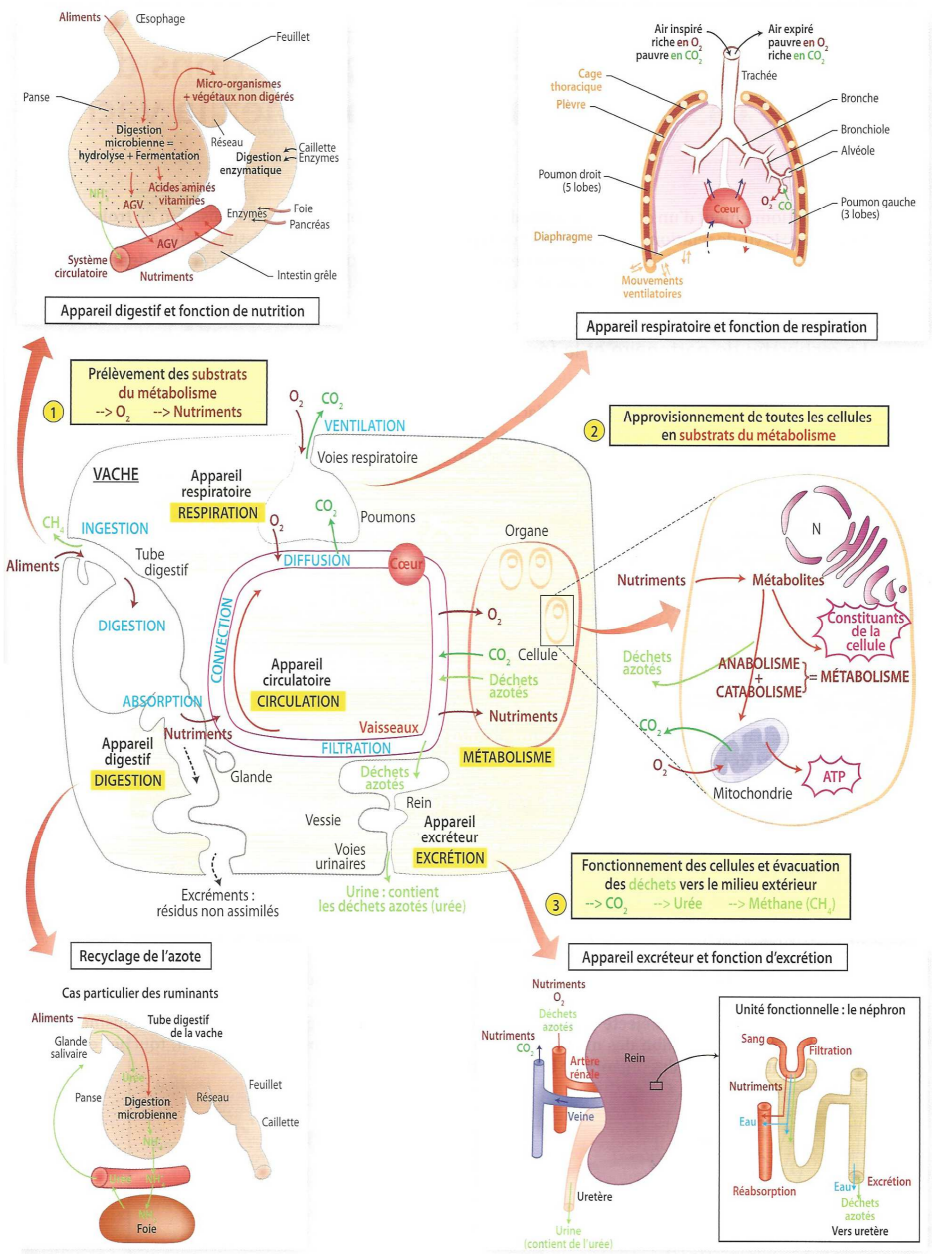


FIGURE 38. Vue d'ensemble des fonctions de relation chez la Vache.
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017).

III. La Vache, un organisme qui s'inscrit dans son environnement, capte et réagit à ses fluctuations et dont les cellules communiquent : les fonctions de relation (s. l.)

Fonctions de relation au sens large :

-

-

Chez les **Mammifères**, cela comprend :
Soutien, locomotion, mise en mouvement : système squelettique, système musculaire
Maintien de l'intégrité et défense : système tégumentaire, système immunitaire
Perception de l'environnement (et des paramètres de l'organisme) : systèmes sensoriels (souvent inclus dans le système nerveux)
Communication au sein de l'organisme, régulation : système nerveux, système endocrinien

Capacités exigibles	✓ **Connaître** les différentes fonctions et relier les grands traits de leur réalisation aux supports anatomiques, dans un milieu de vie donné ; ✓ **Expliquer** et **identifier** sur quelques situations simples les interactions entre les fonctions qui fondent l'unité de l'organisme.

NE PAS CONFONDRE « **fonctions de relation** » (un **ensemble de fonctions physiologiques**) et « **relations** » (***interactions avec l'environnement physicochimique ou biologique***, notamment avec les **autres organismes** – cf. **relations intraspécifiques** et **interspécifiques** dans le grand I), même si, évidemment, les premières **rendent physiologiquement possibles** les secondes.

A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire

Milieu aérien :
-

-

1. Le squelette, ensemble d'organes rigides (les os) associés et constituant l'armature structurante de l'organisme

a. L'endosquelette osseux, armature caractéristique des Vertébrés osseux (= Ostéichtyens au sens moderne)

Squelette :
Endosquelette :

Os :
-

-

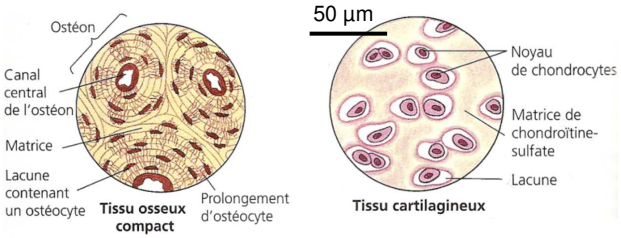


FIGURE 39. Tissus osseux et cartilagineux.
D'après MARIEB (2005).

FIGURE 40. Coupe longitudinale d'un os long : une vision simplifiée.

*Utilisez la **même couleur** pour le **tissu osseux spongieux** de **l'épiphyse** et celui de **la diaphyse** afin de comprendre que c'est le même tissu (la figure d'origine emploie du rose et du jaune !).*

b. Des os constituant un ancrage pour les muscles squelettiques et mobiles les uns par rapport aux autres grâce aux articulations

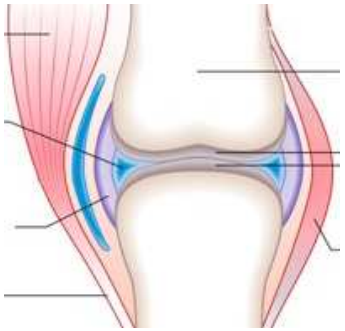


FIGURE 41. Organisation très simplifiée d'une articulation. http://www.procell-nutrition.com/fr/myostim-solution-arthrose-et-sante-musculaire (consultation avril 2016).

c. Un squelette divisible en plusieurs zones fonctionnelles : les squelettes céphalique, axial, zonal et appendiculaire

FIGURE 42. Régionalisation du squelette de la Vache : vision simplifiée. *Original*

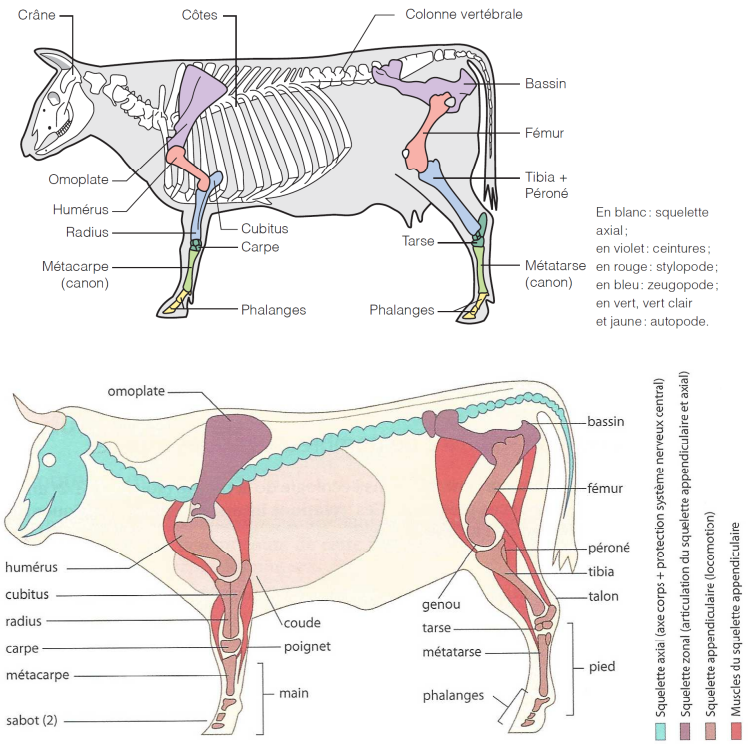


FIGURE 43. Les principaux éléments du squelette de la Vache : deux visions.
D'après SEGARRA *et al.* (2014) et DAUTEL *et al.* (2017).

1/

-

-
-
-

-

2/

-

-

d. La Vache, un animal tétrapode quadripède et onguligrade : anatomie fonctionnelle du membre

α. Le membre chiridien, caractéristique des Tétrapodes (et donc de tous les Mammifères)

TABLEAU XI. Les membres des Mammifères et particularités de ceux de la Vache.
Inspiré de SEGARRA *et al.* (2014).

Tronçon	Membre antérieur	Membre postérieur

FIGURE 44. Extrémité du membre antérieur de la Vache.
D'après PEYCRU *et al.* (2013) et SEGARRA *et al.* (2014)

Complétez les légendes et refaire le schéma pour bien comprendre

COMPOSITION DU MEMBRE CHIRIDIEN À RÉSUMER CLAIREMENT

Les trois types de déplacements chez les Mammifères

- Les **plantigrades** (**plantigradie**) : ***marchent sur la plante ou la paume des membres***.
- Les **digitigrades** (**digitigradie**): ***marchent sur les doigts et orteils***.
- Les **onguligrades** (**onguligradie**) : ***marchent sur des sabots (ongles surdéveloppés)***.

β. Le membre chiridien chez la Vache, Mammifère onguligrade (type marcheur, ancestralement coureur)

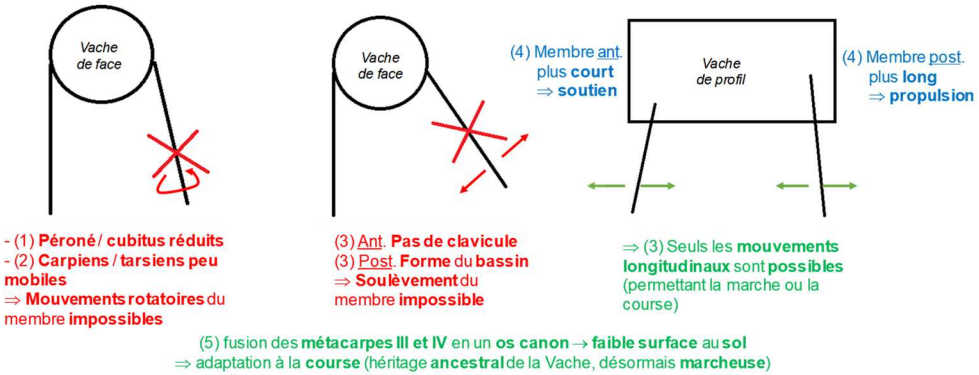


FIGURE 45. Locomotion de la Vache : les bases de la mobilité des membres en schémas ultra-simples. Original.

γ. Un squelette marcheur… et « coureur » ?

surface d'appui au sol réduite // membres fins mais néanmoins solides.

2. Les muscles squelettiques, ensemble d'organes notamment locomoteurs associés aux os

Revoir le **chapitre 1 (cellule eucaryote)** pour la **structure** et le **fonctionnement** du **muscle** et le fonctionnement d'une **synapse**
Revoir le **chapitre 5 (métabolisme)** pour les **aspects métaboliques**

a. Pour rappel : l'existence de trois types de muscles (squelettiques, cardiaque, lisses)

b. Des organes contractiles ancrés sur le squelette par des tendons

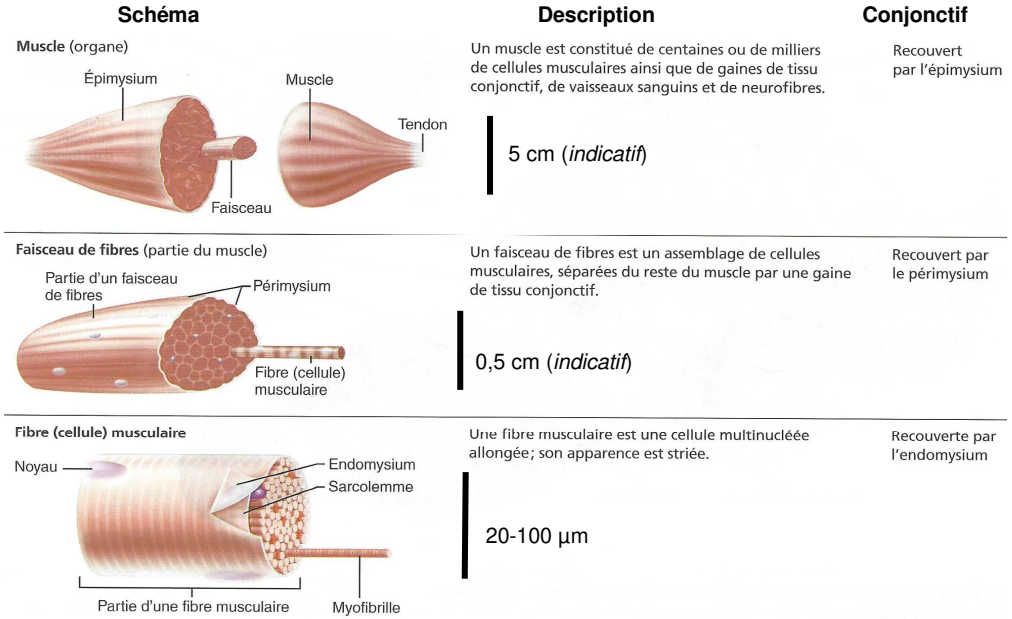
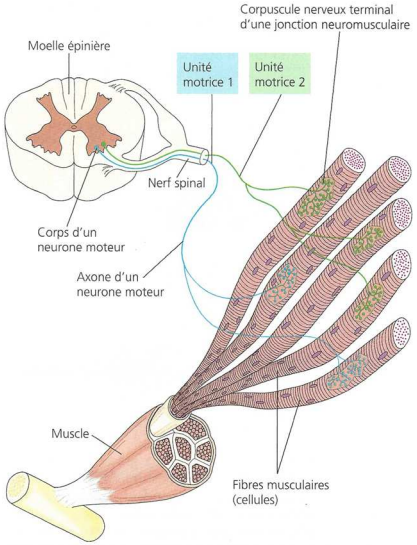


FIGURE 46. Le muscle, un ensemble de fibres musculaires. D'après MARIEB & HOEHN (2015).

c. Des organes dont la contraction est contrôlée par le système nerveux

Voir chapitre 2 (Membranes)



Unités motrices dans un muscle de Vertébré. Chaque fibre musculaire (cellule) possède une seule jonction neuromusculaire avec le neurone moteur qui la commande. Mais, habituellement, chaque neurone moteur se ramifie et peut innerver un grand nombre de fibres musculaires. Un neurone moteur et toutes les fibres musculaires qu'il commande constituent une unité motrice.

FIGURE 48. Illustration de la notion d'unité motrice. D'après CAMPBELL & REECE (2004).

d. Des organes dont l'association anatomo-fonctionnelle avec le squelette permet la motilité de l'organisme et d'autres fonctions variées

α. Mouvements et locomotion

β. Maintien de la posture en milieu aérien [peu porteur]

γ. Ventilation (diaphragme, muscles intercostaux)

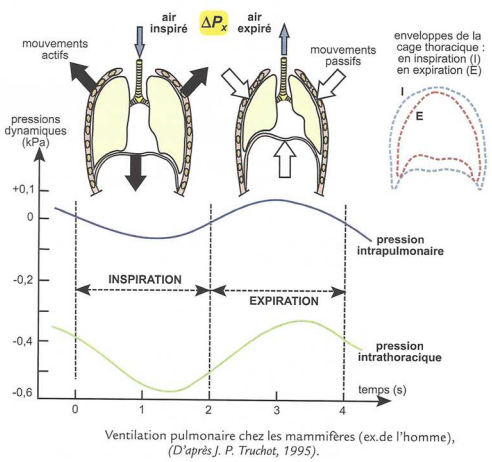


FIGURE 49. Cycle ventilatoire des Mammifères (vue ventrale). D'après PEYCRU *et al.* (2014).

δ. Vision (muscles oculaires + muscles ciliaires qui sont lisses)

Voir plus loin

ε. Mastication et mouvements faciaux (muscles masticateurs et faciaux)

B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels

Système sensoriel :

1. Notions d'organe sensoriel et de récepteur sensoriel

Récepteur sensoriel :
Organe sensoriel :

2. Principe de fonctionnement d'un organe sensoriel : l'exemple de l'œil

Œil :

a. Des organes situés dans les orbites, protégés par le liquide lacrymal et dont la haute mobilité est permise par des muscles oculaires

b. Une organisation particulière (paroi et humeurs)

FIGURE 50. Œil de Mammifère (coupe transversale) : organisation simplifiée.
https://tbearbourges.wordpress.com/2017/03/01/la-prunelle-de-mes-yeux-suite/
(consultation juin 2020), modifié

*Refaire le schéma en ajoutant entre parenthèses un maximum d'informations (notamment **fonctionnelles**) prélevées dans le texte.*

c. Un œil simple (= camérulaire) où se forme une image inversée sur la rétine après une double convergence (cornée + cristallin)

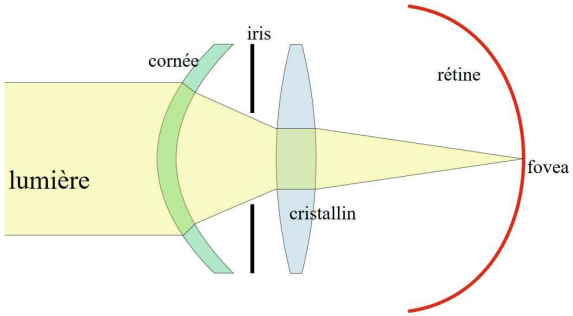


FIGURE 51. Modèle optique de l'œil.
Wikipédia (consultation juin 2020)

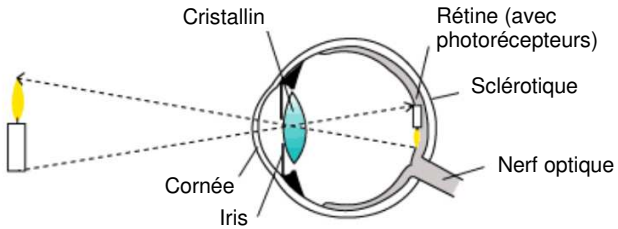


FIGURE 52. Modèle optique de l'œil.
https://www.maxicours.com/se/cours/modele-reduit-de-l-oeil/ (consultation juin 2020)

Œil simple = camérulaire :

Cela s'oppose aux **yeux composés (= yeux à ommatidies)** des **Arthropodes**

d. Une rétine dont les cellules photoréceptrices (cônes et batônnets) convertissent les signaux lumineux en signaux électriques

[Hors programme ?]

e. Un champ visuel large mais une vision binoculaire (en relief) étroite

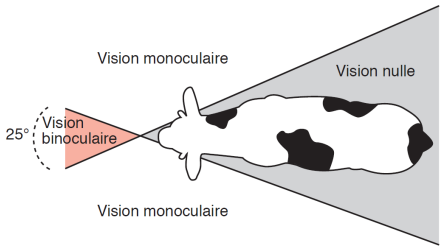


FIGURE 54. Coupes transversale schématique de rétine montrant son organisation.
Wikipédia (consultation juin 2020)

3. La diversité des structures et fonctions sensorielles

⮟ **TABLEAU XIII. Diversité des fonctions sensorielles chez les Mammifères : vue simplifiée.**
D'après DAUTEL *et al.* (2017).

Sens	Organe	Localisation	Stimulus perçu
Vision	Yeux	En position latérale, sur les côtés de la tête	Lumière
Audition	Oreille	Côtés de la tête	Son, vibrations de l'air
Olfaction	Nez	Avant de la tête	Molécules odorantes, phéromones
Toucher	Récepteurs sensoriels cutanés	Diffus dans tout le tégument	Variations de pression ou de température
Intéroception	Récepteurs sensoriels	Diffus dans tous les organes	Variations de paramètres physicochimiques du milieu intérieur

a. L'intéroception : une perception des paramètres internes de l'organisme

Intéroception :

b. La perception des stimuli d'origine externe : vision, audition, olfaction, goût, somesthésie (mécanoréception, thermoréception, nociception)

-
-
-
-
-

C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien

Communications intercellulaires :

(!) Rendues **indispensables** par la **pluricellularité**

1. Le principe d'une communication intercellulaire : émission, transmission et réception d'un signal avec réponse biologique

-
-
-
-
-

Transduction :

2. Panorama des modalités de communications intercellulaires : rappels

Voir chapitre 1 (cellule eucaryote)

a. La juxtacrinie, communication entre cellules adjacentes

b. La paracrinie, communication à courte distance par un facteur diffusif

c. L'endocrinie (communication hormonale), communication par une hormone transportée par le sang

d. La communication nerveuse

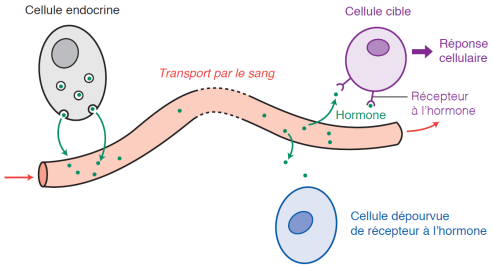
⮝ **FIGURES 55-56. Communications intercellulaires animales.**
D'après CAMPBELL & REECE (2004).
*(!) Pensez à ajouter des **récepteurs** sur les **cellules-cibles** !*

3. Deux grands systèmes d'intégration, de communication et de coordination dans l'organisme

Intégration :

a. Le système hormonal (= endocrinien) : une communication par les hormones

α. Notion d'hormone et principe de la communication hormonale



➢ FIGURE 56. **Principe de la communication hormonale.** D'après SEGARRA *et al.* (2004).

Hormone :

Sécrétion **endocrine** (par des **cellules endocrines**)

En réalité, toutes ***les substances sécrétées dans un liquide circulant*** – les **substances endocrines** – ne sont pas forcément des **hormones** !

β. Un système composé d'un ensemble de glandes endocrines dispersées dans l'organisme

Glande :
Glande endocrine :

b. Le système nerveux : une communication par les neurones

Voir la **partie IV du chapitre 2 (Membranes)** où tout est bien détaillé, notamment dans l'encadré D ; on se contente ici de **grandes idées générales**.

α. Nature du système nerveux et principe de la communication nerveuse

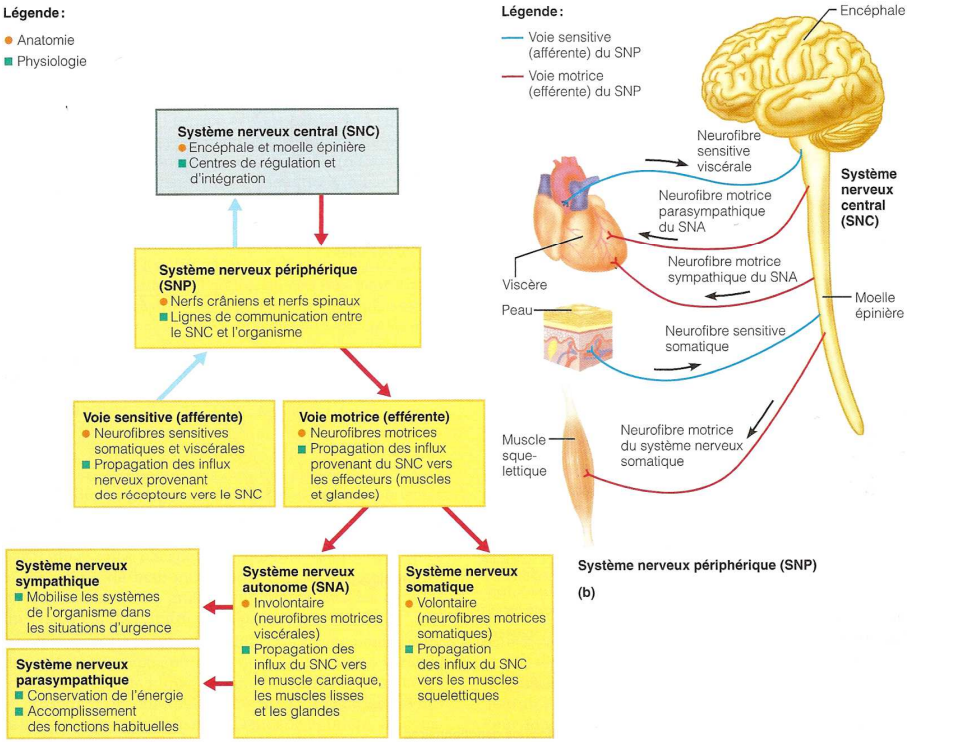
Système nerveux :

β. Constitution histologique du système nerveux

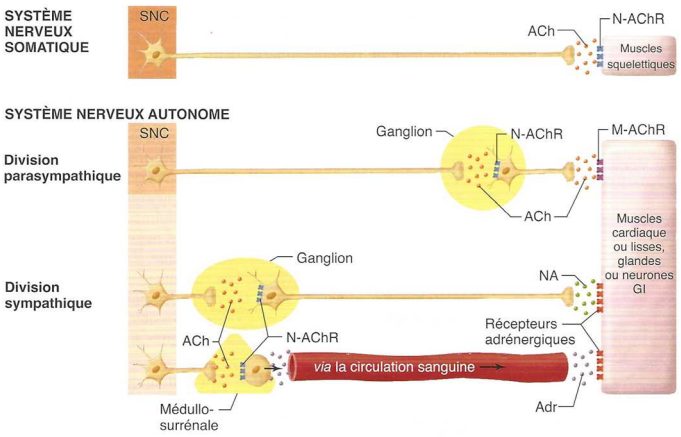
Neurones = cellules nerveuses :
Cellules gliales = gliocytes :
5 à 10 fois plus nombreuses que les **neurones**

γ. Les grandes subdivisions fonctionnelles du système nerveux

Voire figure 58



➢ FIGURE 58. **Principales subdivisions du système nerveux (ici plutôt représentées chez l'Homme).** D'après MARIEB (2005).



Transmetteurs intervenant dans les différentes parties du système nerveux périphérique efférent. Notez que le premier neurone qui sort du système nerveux central (que ce soit le système nerveux somatique ou le système nerveux autonome) libère de l'acétylcholine. Dans de très rares cas, les neurones sympathiques post-ganglionnaires peuvent libérer un neurotransmetteur autre que la noradrénaline. (ACh : acétylcholine; NA : noradrénaline; Adr : adrénaline; DA : dopamine; N-AChR : récepteur nicotinique à l'acétylcholine; M-AChR : récepteur muscarinique à l'acétylcholine).

FIGURE 59. Subdivisions principales de la voie efférente du SNP.
D'après VANDER *et al.* (2005).

i. Le système nerveux central (SNC) : les centres nerveux, lieux d'intégration des informations et de commande

Système nerveux central (SNC) :

ii. Le système nerveux périphériques (SNP) : les nerfs, lignes de communications entre les centres nerveux et l'organisme

Système nerveux périphérique (SNP) :

➢ *La voie afférente (ou voie sensitive) : les nerfs remontant aux centres nerveux les informations sur les stimuli perçus par les systèmes sensoriels*

- Voie afférente = sensitive = sensorielle :

➢ *La voie efférente (ou voie « motrice ») : les nerfs amenant aux organes effecteurs les commandes des centres nerveux*

- Voie efférente = motrice :

° Le système nerveux somatique (SNS) : le contrôle des muscles squelettiques

> Système nerveux somatique (SNS) :

° Le système nerveux végétatif (SNV) ou système nerveux autonome (SNA) : le contrôle des fonctions internes

> Système nerveux autonome (SNA) = végétatif (SNV) :

c. Un système de communication « publique » (système endocrinien) et un système de communication « privé » (système nerveux) ?

4. L'existence, dans l'organisme, de contrôles et de régulations qui permettent l'homéostasie mais autorisent toutefois l'adaptation

a. Le contrôle : l'existence d'une modulation d'un paramètre

Contrôle :

FIGURE 60. Différence entre un simple contrôle et une boucle de régulation.
D'après PEYCRU *et al.* (2014).

b. La régulation : l'existence d'une correction de la variation d'un paramètre en réponse à la détection d'un écart au point de consigne ; notion d'homéostasie

Régulation :

Dans les faits, les mots « **contrôle** » et « **régulation** » sont souvent **employés l'un pour l'autre** et tous les auteurs ne retiennent pas cette **distinction**. C'est particulièrement vrai en **génétique** où ce qu'il est courant d'appeler « **régulation de l'expression génétique** » ce qui est en fait majoritairement du **contrôle**.

Le *récepteur* ou *capteur* surveille l'environnement et réagit aux changements ou *stimuli*. Il envoie des informations *via* la voie *afférente* au *centre de régulation* (1). Celui-ci fixe la *valeur de référence* (ou *niveau de référence*) à laquelle la variable doit être maintenue, analyse les données reçues, détermine la réaction appropriée. Il envoie des informations *via* la voie *efférente* à *l'effecteur*, qui produit la réponse (2). La réponse de l'effecteur produit une *rétroaction* qui agit sur le stimulus (3). Soit elle le réduit (rétro-inhibition), soit elle le renforce (rétro-activation).

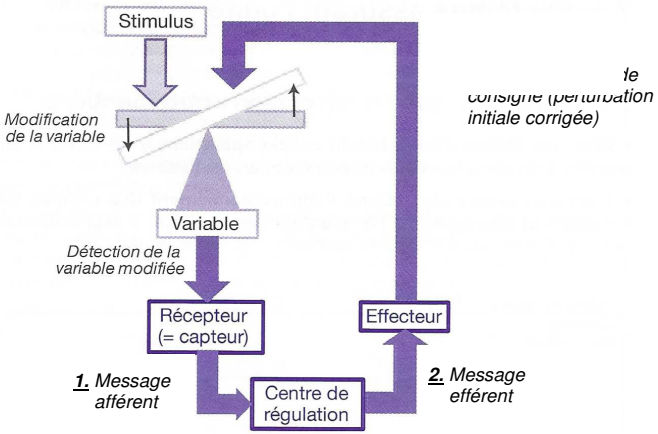


Schéma d'une boucle de régulation avec ses trois éléments interdépendants.

FIGURE 61. Boucle de régulation. D'après DENŒUD *et al.* (2013), modifié

Paramètre réglé = variable réglée :
Valeur de consigne = point de consigne :
Système réglé :
Système réglant = homéostat :
Boucle de régulation :
→ Rétroaction = rétrocontrôle = *feedback* :
Effecteurs :

Homéostasie :

c. La possibilité d'une adaptation physiologique (avec écart à l'homéostasie) lors d'une situation atypique de fonctionnement de l'organisme

Adaptation (sens physiologique) :

Adaptation (sens évolutif) : qui correspond à ***l'acquisition par un taxon d'une innovation sélectionnée naturellement au cours de l'évolution parce qu'elle permet de remplir une fonction donnée***. L'**adaptation** peut également désigner ***l'innovation en question***.

D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation]

1. L'environnement physico-chimique et microbien de l'animal, milieu agressif

2. La protection contre les agressions physiques, thermiques et biologiques : le tégument et les muqueuses

Tégument :
Muqueuse :

a. Les rôles principaux du tégument et des muqueuses, limites physiques de l'organisme

-

-

-

-

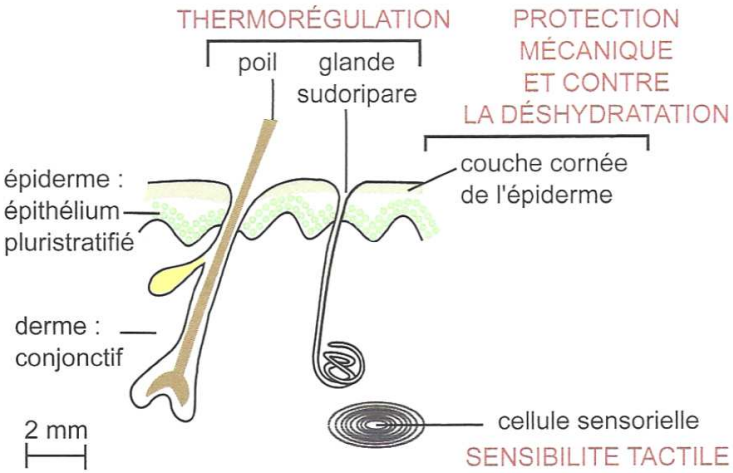
-

-

-

b. Gros plan sur le tégument des Mammifères : la peau

Peau = ***tégument des Mammifères (et d'autres Vertébrés)***.



FIGURES 62-63-64-65. La peau des Mammifères.
*Faites un **schéma regroupant** la plupart des **informations**, vous **inspirant** notamment des **figures 62** et **65**… N'oubliez pas d'**annoter** le **schéma** pour le rendre **précis** et **fonctionnel**.*

Ici un espace pour résumer les informations :

c. Les sabots, les poils et (pour partie) les cornes, phanères de la Vache

Phanères :

α. Les sabots, ongles hypertrophiés servant d'appui au sol
β. Les cornes, étuis de kératine autour d'un cornillon osseux à fonction défensive et offensive
γ. Les poils, fils de kératine à fonction de protection thermique (et en lien avec la sensibilité tactile)

3. La lutte contre les agressions biologiques : le système immunitaire

TABLEAU XIV. Principales lignes de défenses de l'organisme. Original 2018.

Système de défense	Structures et/ou molécules impliquées

Système immunitaire :

4. La possibilité d'une régénération tissulaire en cas de lésion (dans certaines limites)

5. Un organisme qui maintient sa température interne face aux fortes fluctuations thermiques du milieu : l'homéothermie

a. L'homéothermie, une réponse à un milieu aérien thermiquement fluctuant adoptée par les Mammifères, en plus de comportements protecteurs

Poïkilothermes : « Animaux à sang froid »
≈ Hétérothermes :
Homéothermes = endothermes : « Animaux à sang chaud »

b. La température interne de la Vache, un paramètre stable et réglé : notions de thermorégulation

α. Un paramètre stable : une valeur de consigne proche de 38,5 °C (température centrale)

Température du noyau = *T* centrale :
Température de l'enveloppe = *T* périphérique :

β. Des organes et tissus effecteurs d'une hausse (thermogenèse) ou d'une baisse (thermolyse) de température de nature variée

i. La thermogenèse : métabolisme, activité musculaire, digestion (en lien avec les micro-organismes), tissu adipeux brun

. La **pilo-érection** = le **réflexe pilomoteur** = l'**horripilation** est une ***réaction de contraction des muscles arrecteurs (= muscles associés aux poils)***, ce qui permet le **redressement du pelage** et donc la **hausse du volume d'air** qui y est **emprisonné** et **chauffé par le corps**, augmentant le rôle de **rétenteur thermique** du pelage.

Les **êtres humains** ont conservé ce **réflexe thermique**, quoique assez peu efficace thermogénétiquement nous concernant : il s'agit de la fameuse « **chair de poule** » (qui peut aussi être déclenchée par des émotions).

- **Thermogenèse alimentaire** : les **réactions enzymatiques** et le **métabolisme microbien** impliqués dans la **digestion** produisent une **grande quantité de chaleur**.
  ❶ *À cause de **l'activité microbiennne**, la **température intra-ruminale** est même **plus élevée** que la **température centrale moyenne**.*
- **Thermogenèse lipolytique** : le **tissu adipeux brun** est un ***tissu adipeux particulier à fonction thermogénétique***. Présent à **l'état relictuel chez l'adulte**, il représente 2 **% du tissu adipeux du Veau**.

ii. La thermolyse : pertes caloriques dans l'environnement, largement modulées par la vascularisation périphérique, et la sudation

- Les ***pertes de chaleur*** (**thermolyse**) s'effectuent essentiellement par les biais suivants :
  - Pertes **périphériques de chaleur** (par rayonnement, conduction, convection thermique) au niveau :
    - De la **peau**,
    - D'organes à **fort rapport surface / volume** remplissant un rôle d'**échangeurs thermiques** : **queue**, **cornes**, **oreilles**.

    ❶ *L'**élément effecteur** est ici l'**irrigation sanguine périphérique** : sa hausse **augmente les pertes thermiques**. Au contraire, la concentration de la circulation sanguine dans le **noyau diminue** les pertes thermiques.*
  - Pertes par **évaporation d'eau** (consommatrice d'énergie thermique prélevée à l'organisme)
    - par **la ventilation** et le **halètement** (qui produit une évaporation au niveau de αla langue)
    - au niveau des **glandes sudoripares**, très **abondantes** chez la Vache (environ dix fois plus que chez l'être humain).

γ. La boucle de la thermorégulation

- On se reportera à la figure 68.

Réception d'un stimulus = perception de l'écart à la valeur de consigne

- La **réception d'une baisse** ou d'une **hausse** de le **température centrale** ou **périphérique** est détectée par des ***récepteurs sensoriels sensibles à la température*** (= **thermorécepteurs**) :
  - **Périphériques**,
    - Au niveau **cutané**,
    - Au niveau **viscéral** (digestif, pulmonaire…),
  - **Centraux**, au niveau de la **moelle épinière** et de l'**hypothalamus**.

  ❶ *Il existe une **diversité de thermorécepteurs** (au chaud, au froid) dont l'étude semble ici hors de propos.*

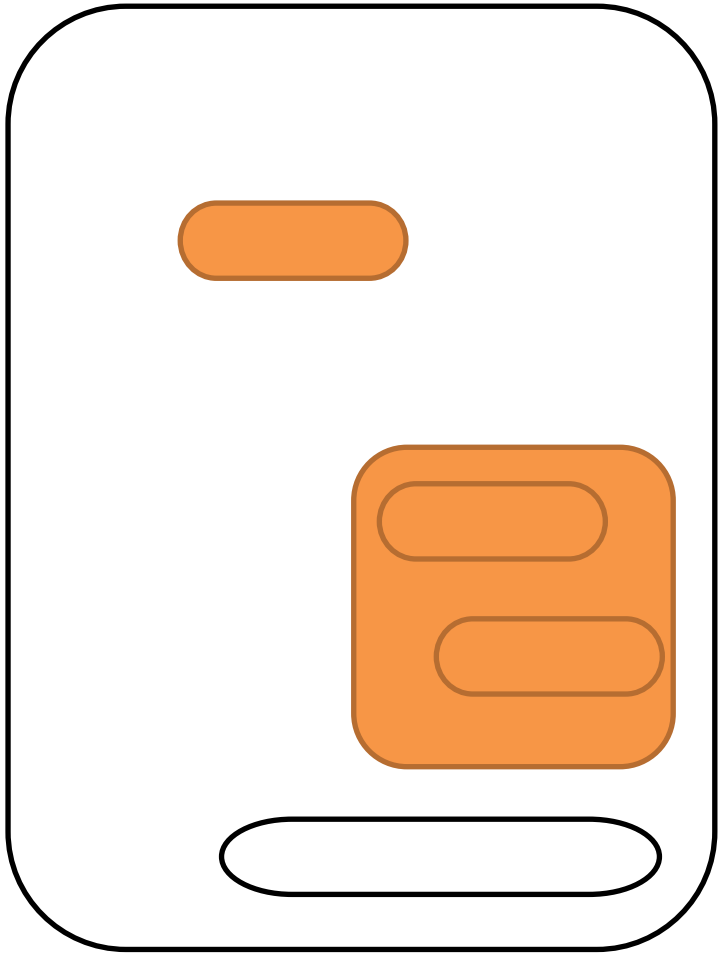
Transmission d'information

- L'information remonte, par **voie nerveuse afférente**, à un **centre nerveux hypothalamique** qui **intègre** les informations et envoie de nouveaux **messages** aux **organes effecteurs** par **voie nerveuse efférente**.

Réponse biologique : correction de la perturbation et retour à la valeur de consigne

- Les **messages efférents reçus** par les **organes et tissus effecteurs** modulent la **thermolyse** et la **thermogenèse**, assurant ainsi un **retour de la température à la valeur de consigne**.

  ❶ *La **rapidité de réponse** dépend des **tissus considérés**. D'autre part, des **mécanismes à plus long terme** faisant intervenir des **voies hormonales** et les **rythmes biologiques** modifient la **thermorégulation**.*



⮝ **FIGURE 68. Thermorégulation (ici : réponse à une hausse de température).**
D'après PEYCRU *et al.* (2017)

Bilan (adapté du programme)	✓ La **réalisation** de l'ensemble [des] **fonctions** [de la Vache] s'accompagne de **mouvements** de **l'organisme**. ✓ La **survie individuelle** dépend de **systèmes de perception** et de **protection**. ✓ Face aux **variations d'origine interne** ou **externe**, les **interrelations** entre **fonctions** permettent soit une **régulation**, soit une **adaptation**. ✓ La **réalisation** de l'ensemble de ces **fonctions** s'accompagne de **mouvements** de l'organisme.

IV. La Vache, un organisme qui peut produire de nouveaux individus de la même espèce qui subissent ensuite un développement : les fonctions de reproduction (s. l.)

Voir le **chapitre 13** sur la reproduction animale

Fonctions de reproduction au sens large :
- Reproduction au sens strict : **→ gamétogenèse :** **→ méiose :** **→ fécondation :**
- Cycle de vie :
- Développement = ontogenèse :
- Vieillissement = sénescence :

Haploïdie : ***état d'un organisme ou d'une cellule dont les chromosomes sont présents en simple exemplaire.*** >> Gamètes.
Diploïdie : ***état d'un organisme ou d'une cellule dont les chromosomes sont présents en double exemplaire.*** >> Autres cellules

Capacités exigibles	✓ **Connaître** les différentes fonctions et relier les grands traits de leur réalisation aux supports anatomiques, dans un milieu de vie donné ; ✓ **Expliquer** et **identifier** sur quelques situations simples les interactions entre les fonctions qui fondent l'unité de l'organisme.

A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique

1. Une espèce gonochorique (= à sexes séparés) impliquant donc une reproduction sexuée

Gonochorisme :

2. Un cycle de vie diphasique monogénétique diplophasique

⮝ **FIGURE 69. Cycle de vie des Mammifères (un exemple de Métazoaires).**
Schéma original. Vous n'êtes pas obligé de dessiner une Vache et un Taureau…

La phase diploïde (2n) est en rouge et la phase haploïde (n) est vert, conformément aux conventions (à respecter !).

*En gras : les **grands phénomènes du cycle** (avec les **processus génétiques** soulignés).*

- diphasique :

- monogénétique :

- diplophasique :

- ✓ La **méiose** permet le ***passage de la diploïdie à l'haploïdie*** ($2n > n$).
- ✓ La **fécondation** ***rétablit la diploïdie à partir de deux cellules haploïdes nommées gamètes*** ($n > 2n$).
- ✓ Les **deux phénomènes** participent au **brassage génétique** et à la genèse d'**individus génétiquement originaux** (voir chapitre 16 sur les aspects génétiques de la reproduction).

(!) Cellule somatique :

(!) Cellule germinale :

B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement)

Gamètes :

1. La production de gamètes chez le mâle (Taureau)

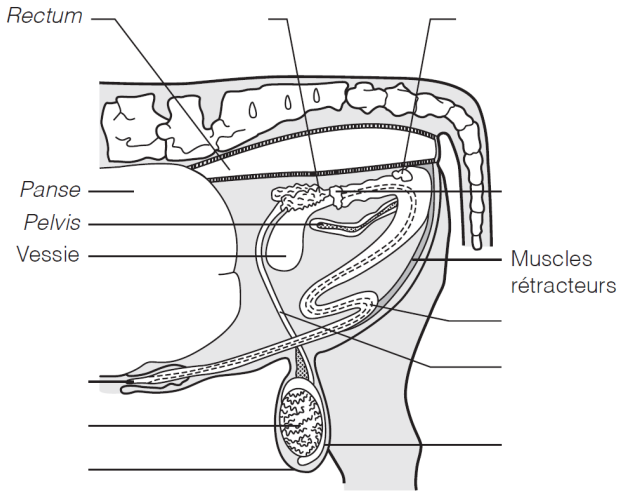
a. Une production de gamètes et de liquide séminal dans l'appareil reproducteur (= génital) mâle, ainsi que de testostérone

-

-

-

-



⮝ **FIGURE 70. Appareil reproducteur du Taureau.**
En italique : n'appartient pas à l'appareil reproducteur. D'après SEGARRA *et al.* (2014)

b. Une production continue de spermatozoïdes

Dans les **testicules** // *T* inférieure de 4-5 °C au reste du corps // séjour de **14 j dans l'épidydyme**

- **7,5 milliards de spermatozoïdes** sont produits **quotidiennement** par un Taureau.
- Un **éjaculat de 3 à 5 mL** comprend environ **6 milliards de spermatozoïdes**.

2. La production de gamètes chez la femelle (Vache)

a. Un processus intégré dans l'appareil reproducteur (= génital) femelle, ensemble d'organes à fonction gamétogénétique, endocrine et… gestationnelle

-

-

(!)

(!)

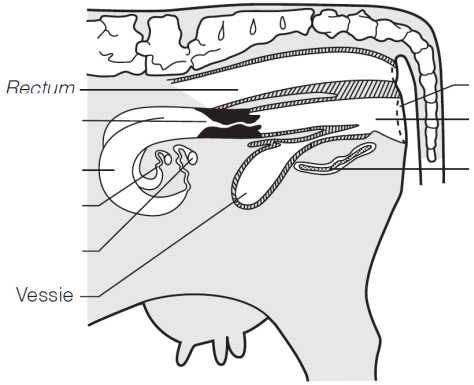


FIGURE 71. Appareil reproducteur de la Vache (vue de profil).
En italique : n'appartient pas à l'appareil reproducteur. D'après SEGARRA *et al.* (2014)

FIGURE 72. Appareil reproducteur de la Vache (vue ventrale).
D'après PEYCRU *et al.* (2017)

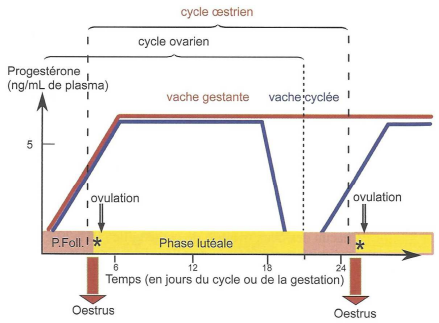
b. Un fonctionnement par cycles menstruels affectant les ovaires, l'utérus et le comportement reproducteur

α. Une cyclicité de 21 jours en moyenne

Cycle menstruel ***l'ensemble des modifications cycliques de l'appareil reproducteur féminin chez certaines espèces de Mammifères.***

Puberté : **6-18 mois** chez la Vache

FIGURE 73. Cycles menstruels de la Vache.
D'après PEYCRU *et al.* (2017)
(!) L'ovulation sépare la phase folliculaire de la phase lutéale – ce qui n'est pas très clair sur cette représentation).



Le cycle ovarien et le cycle œstrien de la vache.
(P.Foll. : phase folliculaire). L'astérisque (*) indique le moment idéal pour une insémination artificielle.

β. Un cycle ovarien : la production cyclique d'un ovocyte II

Cycle mono-ovulatoire :

Follicule ovarien :

Follicupe rompu → corps jaune

Évolution des **follicules** lors du cycle (avec durées) :

Phase folliculaire :

Ovulation :

Phase lutéale :

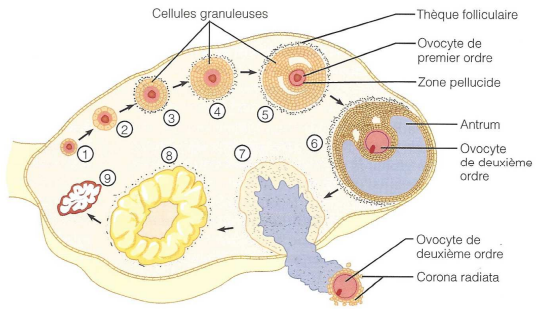


FIGURE 74. Évolution complète d'un follicule. D'après MARIEB & HOEHN (2015).
1-6 : Phase folliculaire (1 follicule primordial, 2 follicule primaire, 3-4 follicule secondaire, 5 follicule tertiaire, 6 follicule de De Graaf) ; 7 : Ovulation (rupture du follicule) ; 8-9 : Phase lutéale (8 : corps jaune, 9 : corps blanc = corpus albicans*)*

γ. Un cycle utérin : le développement de la muqueuse utérine et son évacuation par les menstruations (= règles)

Muqueuse utérine = endomètre :

γ. Un cycle œstrien : un comportement reproducteur cyclique (œstrus = chaleurs)

Œstrus = chaleurs :

~ **18 h** chez la **Vache** // **ovulation 12 h après** la fin de l'œstrus

Manifestations chez la Vache :
-
-
-
-
-

Rut (mâles) :

3. Un contrôle hormonal de l'activité de l'axe gonadotrope

a. Principe général : un axe de contrôle hypothalamus / hypophyse / gonades

Axe gonadotrope :

- **Hypothalamus** (**GnRH** // **neurohormone**)

(+) stimulation ↓ ↑ **(–) rétro-inhibition**

- **Hypophyse** (**LH**, **FSH** // **hormones** adénohypophysaires)

(+) stimulation ↓

- **Gonades** (**hormones sexuelles**) → **(+) stimulation** → GAMÉTOGENÈSE (+ COMPORTEMENT REPRODUCTEUR)

Le fonctionnement de l'appareil reproducteur est contrôlé par un mécanisme neuro-hormonal

FIGURE 75. Le contrôle de la fonction de reproduction : vision simplifiée.
Les inhibines ne sont pas figurées.
D'après LIZEAUX, BAUDE *et al.* (2008).

Encadré H Le complexe hypothalamo-hypophysaire (CHH)

Limite programme mais utile pour comprendre – ici illustré chez l'Homme

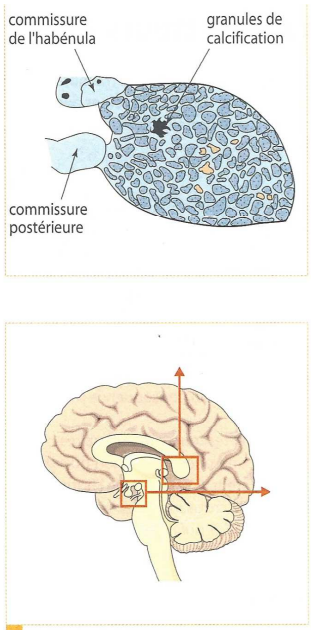
Hypothalamus :

(!) **noyau** (neuro-anatomie) = ***ensemble de corps cellulaires regroupés dans une zone du système nerveux central***

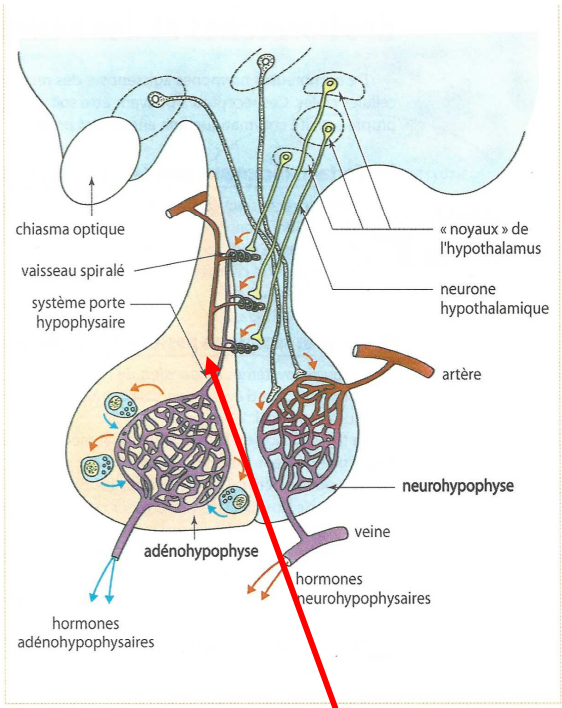
Hypophyse :

- Adénohypophyse = antéhypophyse :

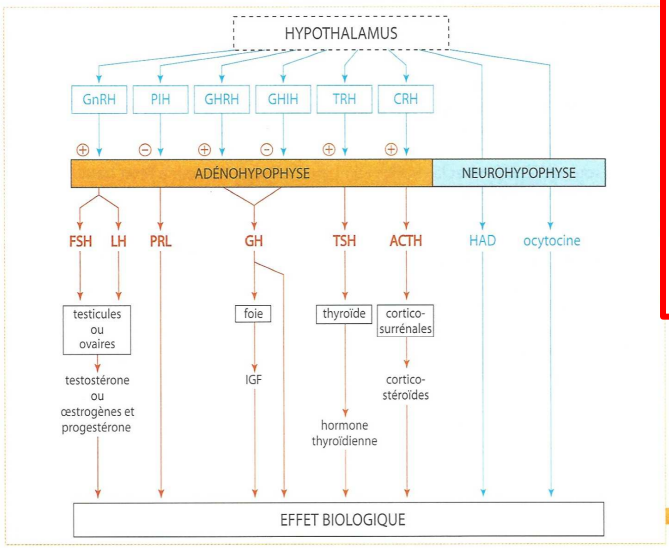
- Neurohypophyse = posthypophyse :



Situation et organisation du système hypothalamo-hypophysaire et de l'épiphyse.



Un **système porte** est un ***système circulatoire qui relie deux réseaux capillaires de même type (soit veineux / veineux, soit artériel / artériel)***.
Les **neurohormones hypothalamiques** sont **libérées** dans le **système porte hypophysaire**, un ***système veineux qui alimente l'hypophyse***



Les systèmes contrôlés par l'hypothalamus.

FIGURE a. Le CHH. D'après PÉRILLEUX *et al.* (2002).

b. Chez le Taureau

- **Hypothalamus** (**GnRH**)
- **Hypophyse** (**LH**, **FSH**)
- **Testicules : cellules de LEYDIG** (**testostérone**)

c. Chez la Vache

- **Hypothalamus** (**GnRH**)
- **Hypophyse** (**LH**, **FSH**)
- **Ovaires : cellules folliculaires** (**œstrogènes *puis* progestérone**)

Phase folliculaire

-

-

Juste avant ovulation

-

Phase lutéale

-

-

-

(!) Maintien du **corps jaune** pendant la **grossesse** (sauf **derniers mois**) → production de **progestérone** (aussi produite par le **placenta**)

4. Un rapprochement des partenaires sexuels aboutissant à la copulation

a. Un rapprochement des partenaires sexuels supposant une reconnaissance et une attraction entre partenaires sexuels (implication des fonctions de relation)

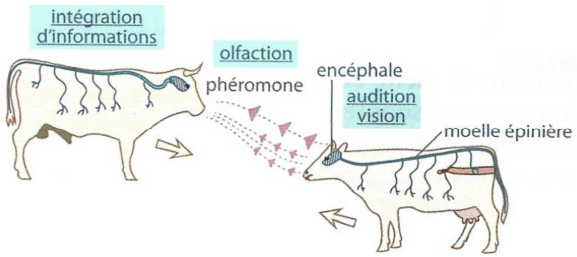


FIGURE 77. Reconnaissance entre partenaires sexuels.
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017)

Molécules informatives (généralement volatiles) qui permettent à deux organismes animaux d'une même espèce de communiquer par voie chimique = **phéromones**.

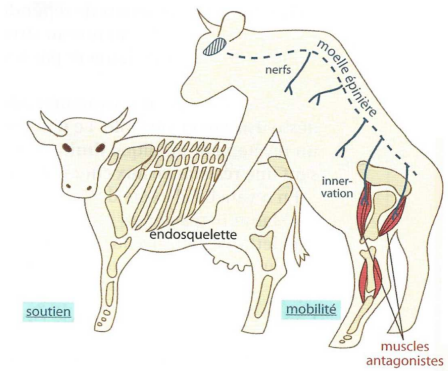


FIGURE 78. Posture d'accouplement. D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017)

b. Un acte copulatoire où le Taureau introduit son pénis dans le vagin et y dépose son sperme

FIGURE 79. Copulation par intromission du pénis dans le vagin.
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017)

c. Un acte copulatoire rare dans la plupart des élevages modernes où il est remplacé par une insémination artificielle

*(!) **L'éleveur** doit être capable de **repérer l'œstrus** chez la Vache, devant inséminer l'animal **10 à 12 heures après l'apparition** des premiers **signes de chaleur**.*

C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel

1. La fécondation : une réunion d'un ovocyte II et d'un spermatozoïde

2. La gestation : le port d'un embryon puis fœtus en développement par la Vache

Viviparité :
Oviparité :

a. Développement, développement embryonnaire vs. post-embryonnaire, gestation : quelques repères conceptuels

Développement :
- Développement embryonnaire (DE) s. l. = embryogenèse s. l. (*) :
- Développement post-embryonnaire (DPE) (**) :

(*) Chez les **Mammifères** :
- **Embryon** :
- **Fœtus** :

Ce que la **zoologie** classique appelle « **développement embryonnaire** » au sens large correspond donc au « ***développement embryonnaire et fœtal*** » (qu'on peut alors appeler **développement prénatal** ou **développement intra-utérin**) des **médecins** et des **vétérinaires**.

(**) Chez les Mammifères, le **développement post-embryonnaire** est **direct** =

Cela s'oppose à un **développement post-embryonnaire indirect** où ***l'organisme issu de l'éclosion (rarement d'une parturition) est assez différent structuralement de l'adulte et se trouve être une larve qui subira des transformations plus ou moins importants avant d'acquérir le plan d'organisation adulte***. Ex. chenille / papillon adulte

Grossesse = gestation :
(!) Une ***femelle en gestation*** est dite **gestante** ou **gravide**.

b. Un développement prénatal de 290 jours (embryonnaire + fœtal)

42 j développement **embryonnaire** s. str. // **reste** développement **fœtal**

α. La progestation : un début de développement embryonnaire à l'état libre (production d'hormones + nutrition par sécrétions utérines) (env. 20 j)

Progestation :

19-20 j (dont **4-5 j** dans la **trompe**, puis **~15 j** dans l'**utérus**)

Nom de l'embryon formée : **BLASTOCYSTE**

Nutrition par **sécrétions maternelles**

β. La nidation sur la muqueuse utérine (~ J20)

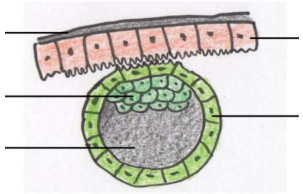


FIGURE 81. Nidation de Bovin. D'après WALLER (2014)

γ. La gestation *stricto sensu* : un développement embryonnaire puis fœtal fixé dans l'organisme maternel jusqu'à la parturition

c. L'importance des annexes embryonnaires (amnios et placenta)

Annexes embryonnaires :

α. L'amnios, une enveloppe épithélio-conjonctive délimitant la cavité amniotique remplie d'un liquide dans lequel baigne et se développe l'organisme

Amnios :

Volume :

Fonctions :

-

-

-

β. Le placenta, structure materno-fœtale assurant des échanges trophiques (et d'autre nature) entre mère et organisme en développement

Placenta :

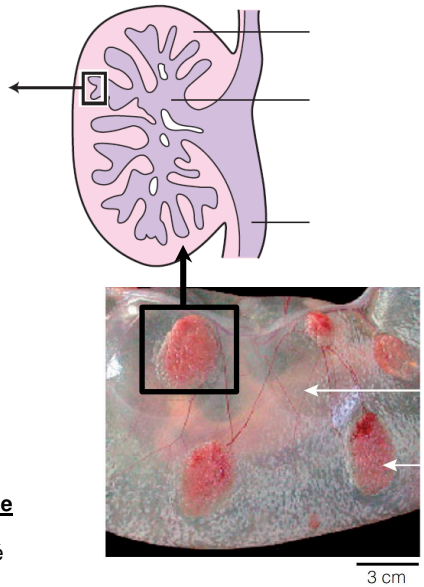


FIGURE 84. Organisation et principe de fonctionnement du placenta.
D'après SEGARRA *et al.* (2014), redisposé

*(!) Complétez les **légendes** et surtout refaire **le schéma** précisant les **substances échangées** et le **sens** des échanges.*

Fonctions :

-

° Mère → fœtus :

° Fœtus → mère :

-

(!)

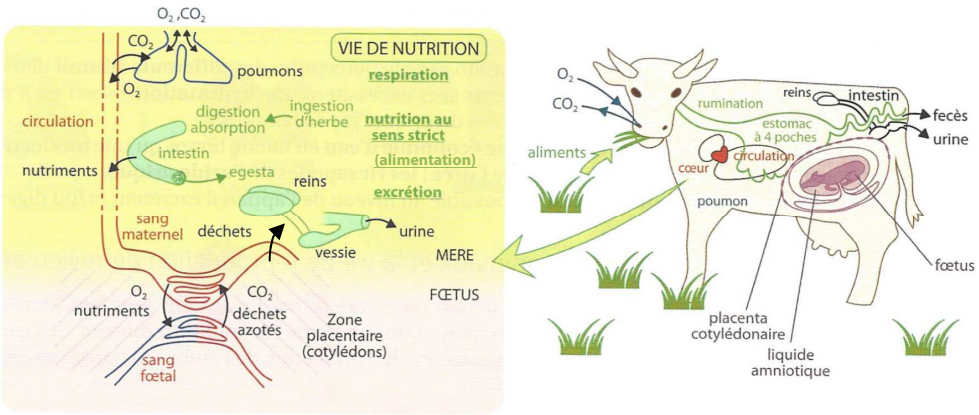


FIGURE 86. **Liens nutritionnels entre organisme maternel et embryon (ou fœtus), et lien avec l'environnement : inscription dans la fonction globale de nutrition.**
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017), modifié

3. La parturition ou mise bas : la naissance du jeune (ici nommée vêlage)

a. Travail, expulsion du jeune, délivrance : un vêlage qui dure quelques heures

Vêlage = *naissance du veau* [[**mise bas = parturition**]] 30-40 kg

En amont de l'expulsion du jeune : **travail = *les premières contractions de l'endomètre et la dilatation du col de l'utérus***

Les enveloppes (notamment l'amnios) contenant le jeune se rompent, aboutissant à un épanchement de liquide amniotique = « **perte des eaux** ».

En aval de l'expulsion du jeune : **expulsion du placenta**

b. Un déclenchement hormonal

48 heures avant la naissance : **fœtus** sécrète du **cortisol** → **modifie l'équilibre hormonal** → **chute de la production de progestérone placentaire** + activation de la **production d'œstrogènes placentaires**.

Oestrogènes et **progestérone** activent :
-

-

c. Une conséquence subséquente de la parturition : l'anœstrus post-partum (30-80 j)

Anœstrus *post-partum* :

D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation

1. Des contacts physiques et une reconnaissance associés notamment au léchage

2. Un lien trophique majeur entre mère et jeune : la lactation

a. Des liquides nutritifs d'origine maternelle alimentant le jeune : le colostrum (6 j) puis le lait (jusqu'au sevrage)

Colostrum :
Lait : Production moyenne quotidienne :

Sevrage :
6-9 mois après la naissance (!) La sevrage est progressif et commence par la mise à l'herbe
Tarissement :
10 mois après la naissance en élevage laitier

b. La production de lait (lactogenèse = lactation) et sa distribution, des processus ayant lieu au niveau des glandes mammaires

FIGURE 88. **Organisation de la glande mammaire.**
D'après SEGARRA *et al.* (2014), modifié

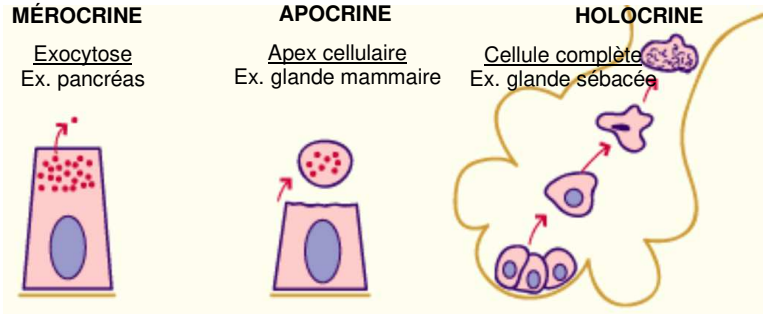


FIGURE 89. Typologie des glandes animales par type de sécrétion (glandes exocrines).
https://www3.unifr.ch/apps/med/elearning/fr/epithel/epithel11.html
(consultation février 2021)

(!) Les **glandes endocrines** (= ***à sécrétion dans les liquides circulants***) sont toujours **mérocrines**.

c. La production de lait (lactogenèse = lactation), un processus contrôlé hormonalement et entretenu par la succion (ou la traite)

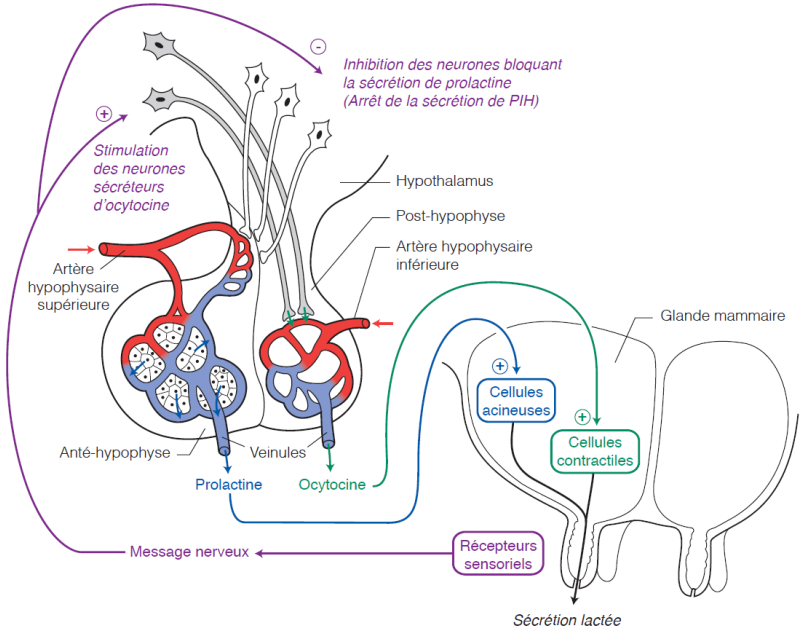


FIGURE 91. Contrôle de la lactation.
D'après SEGARRA *et al.* (2014)

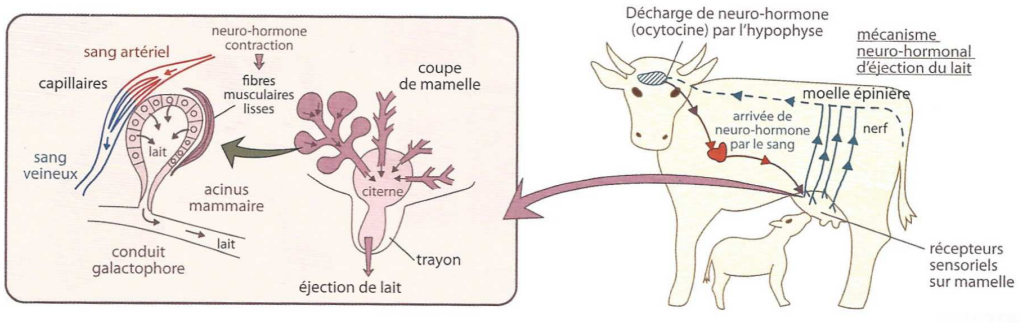


FIGURE 90. Organisation fonctionnelle de la glande mammaire et contrôle simplifié de la lactation. D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017)

d. La production de lait (lactogenèse = lactation), un processus détourné par l'Homme pour sa propre alimentation en maîtrisant la fréquence de reproduction de la Vache

- En France : **environ 45 L • an^{-1} • habitant^{-1}**
- **Séparation mère-veau** (parfois très **précoce**, limitant l'attachement du veau)
- **Colostrum non commercialisable**
- **Tarissement** vers **10 mois** (**cessation de traite** pendant **deux mois**, permettant la fin du **développement fœtal** du **nouveau veau**)

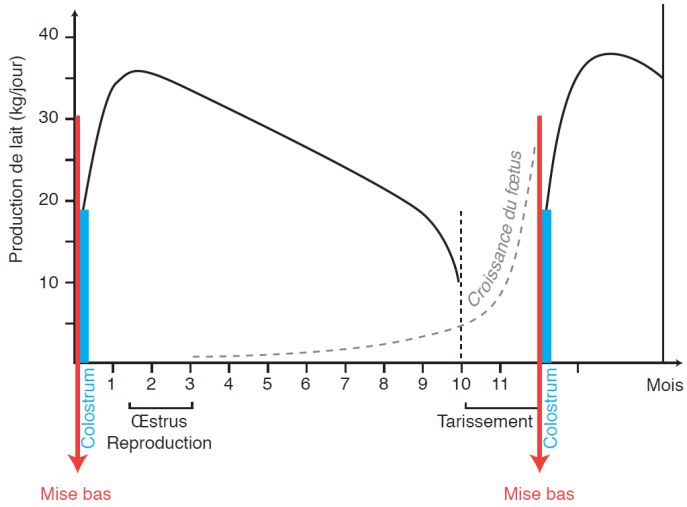


FIGURE 92. Temporalité de la lactation chez une Vache d'élevage laitier.
D'après SEGARRA *et al.* (2014)

E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance

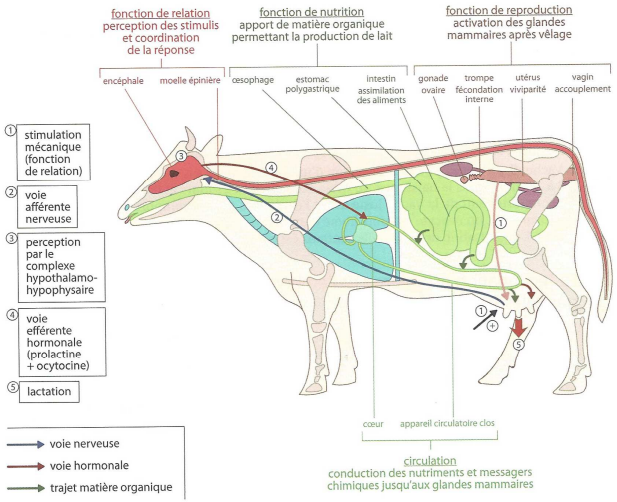
- **Croissance** complète : entre 1,5 et 3 ans (**2 ans** en moyenne)
- **Génisse** / **Taurillon** jusqu'à **deux ans**
- Bœuf si **mâle castré** → **viande**

Vache adulte : ~ 800 kg (variable)
Taureau adulte : ~ 1200 kg (variable)

Deux **anecdotes** :

- Les « **dents de laits** » de **l'animal**, apparaissant vers **1,5 mois** et lui permettant alors de **mastiquer** ses premiers **aliments solides**, sont **remplacées** par la **dentition définitive** vers l'âge de **quatre ans**, alors que **l'animal** est déjà **adulte**.
- Lors du passage à un **régime herbivore**, le couple **rumen-bonnet** augmente en **volume** (d'un **facteur 15** en deux mois !), l'animal passant d'une **digestion monogastrique** (passage **direct** de l'**œsophage** à la **caillette**) à une **digestion vraiment polygastrique**.

F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation



Les interrelations entre fonctions dans le cas de la lactation chez la Vache.

FIGURE 93. La lactation : un exemple mobilisant de nombreuses fonctions.
D'après DAUTEL *et al.* (2017)

G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache

- **Insémination artificielle** de Vaches avec du **sperme** de **Taureaux reproducteurs** intéressants (on peut ainsi féconder **50 000 Vaches** avec un même Taureau !) ;
- **Transferts d'embryons** (on soumet une **Vache** dont on veut **évaluer les qualités** à des **ovulations multiples** par traitement hormonal, on réalise des **fécondations *in vitro*** puis on **implante** les **embryons** dans de **nombreuses Vaches**) ;
- **Sélection génomique** (prédiction des **caractéristiques phénotypiques** par **séquençage**).

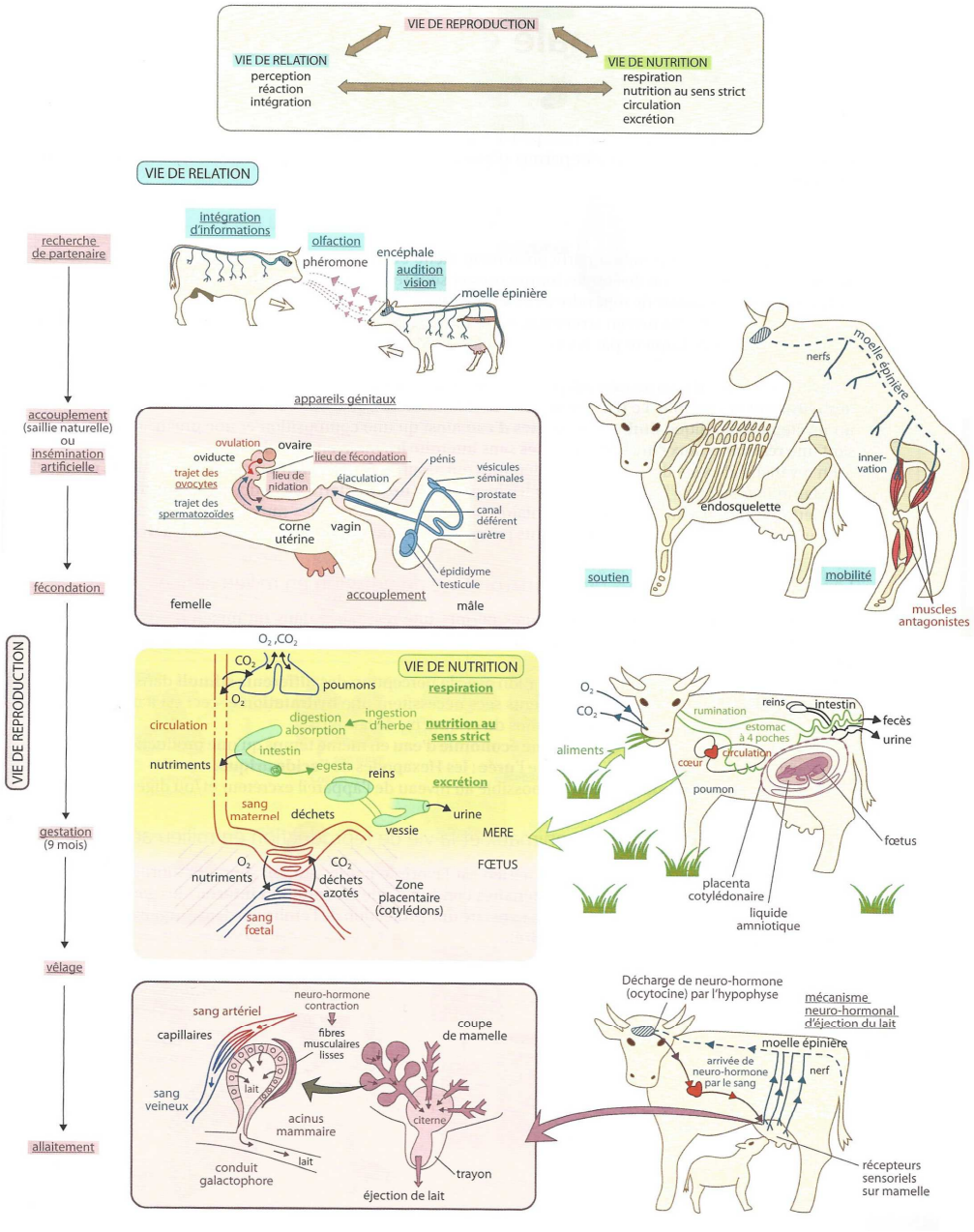


FIGURE 94. Fonctions de reproduction et interrelations fonctionnelles.
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017)

Bilan

TABLEAU XVIII. Principales fonctions et appareils associés chez la Vache.
D'après PEYCRU *et al.* (2017)

Bilan (adapté du programme)	✓ La **reproduction** est un processus **conservatoire** et **diversificateur**. Elle **génère des individus qui sont de la** même espèce que les **parents**, mais dont la **diversité** ouvre à la **sélection**.

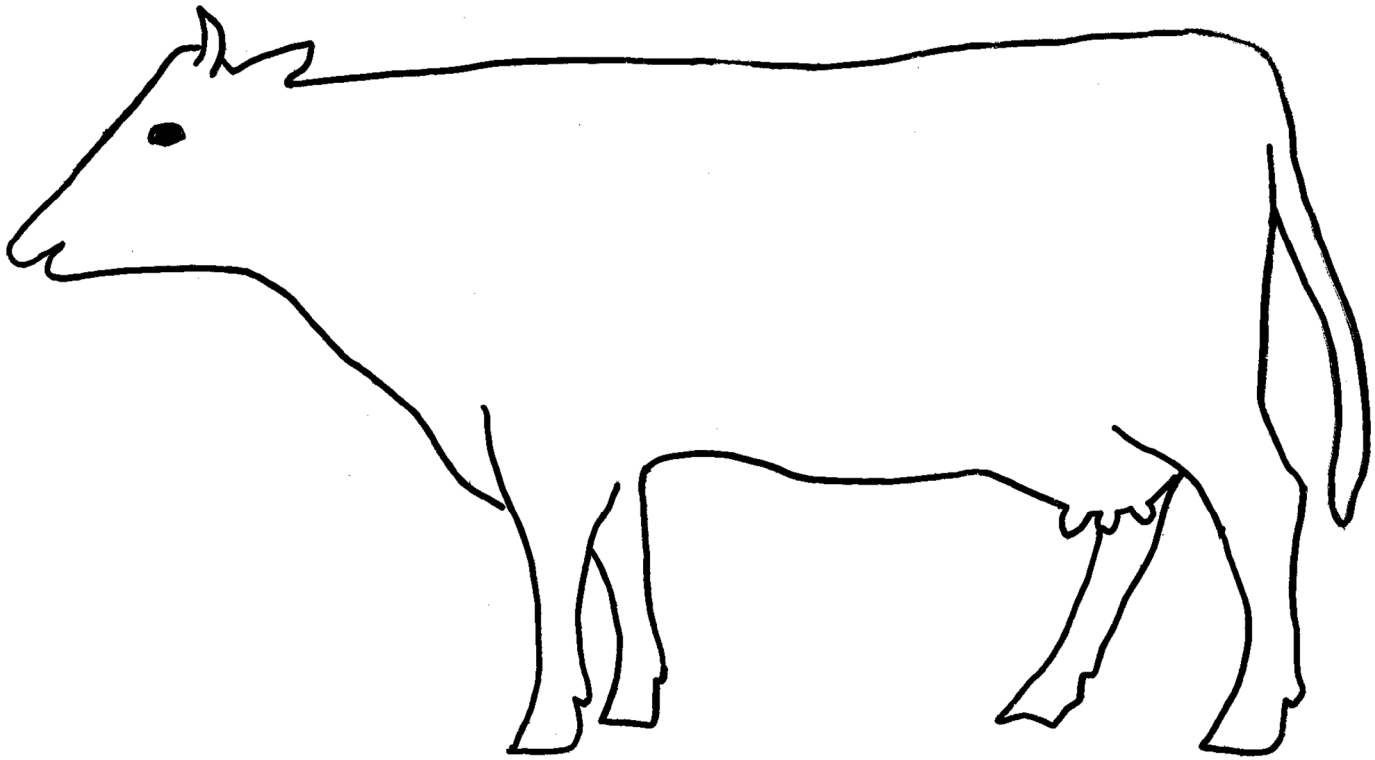


FIGURE 95. Principales fonctions et appareils associés chez la Vache. D'après DAUTEL *et al.* (2017)
*(!) Utilisez bien **une couleur par fonction** ! Le **tégument** est à intégrer dans les **fonctions de relations**.*

Pour faire une fiche de révision : quelques pistes

Il est conseillé de maîtriser les **grandes lignes du plan**

*Le **plan** ne doit pas être perçu comme un carcan figé, ou comme un modèle de plan de dissertation à ré-utiliser en devoir, mais bien comme un **outil d'apprentissage et de structuration** des **concepts importants**. Vous pouvez en **recopier les grandes lignes** ou **annexer le plan du polycopié** directement.*

Il est conseillé de réaliser un **lexique des principales définitions**.

Il est conseillé de reproduire les **schémas (et tableaux) majeurs** :

Liste indicative.

° **Intégration** entre **fonctions** : cas des **fonctions de nutrition**
° Réponses aux **contraintes du milieu aérien** (tableau)
° **Relations interspécifiques** impliquant le Vache
° **Classification** avec quelques **critères** associés

° Tableau des **caractéristiques** des principaux **tronçons du tube digestif** de la Vache
° Schéma général de la **digestion** chez la Vache
° **Appareil respiratoire** de la Vache
° Tableau des **adaptations au milieu aérien** dans le cas de la **respiration**
° **Rein**
° Néphron simplifié avec **couplage ultrafiltration** / **réabsorption**
° **Système circulatoire** simplifié (double circulation sanguine)

° [**Os** ?]
° Régionalisation du **squelette**
° Tableau du **membre chiridien**
° **Membre chiridien**
- Muscle, articulation… >> revoir le chapitre 1
° **Œil**
° Typologie des **communications intercellulaires animales** (rappels)
° Un schéma permettant de comprendre les **subdivisions du système nerveux**
° **Contrôle** vs. **régulation**
° Schéma simple du **tégument** de Mammifère
° Tableau de l'**immunité**
° **Thermorégulation**

° Cycle de **reproduction**
° **Appareil reproducteur** de la Vache
ET/OU **acte copulateur** (comprend mâle + femelle !)
° **Nidation**
° **Placenta** avec **échanges** associés
° **Glande mammaire**

° **Tableau bilan**
° **Schéma-bilan**

Références

ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS & P. WALTER (2004). *Biologie moléculaire de la cellule. Quatrième édition.* Traduction de la quatrième édition américaine (2002) par F. LE SUEUR-ALMOSNI. Flammarion, Paris. Première édition américaine 1983 (1986 1e édition française).

BERTHET, J. (2006). *Dictionnaire de Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).

BOUJARD, D. (dir). B. ANSELME, C. CULLIN & CÉLINE RAGUÉNÈS-NICOL (2015). *Biologie cellulaire et moléculaire. Tout le cours en fiches. Licence. PACES. CAPES.* 2e édition (1e édition 2012), Dunod, Paris.

BREUIL, M. (2007). *Biologie 1re année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

BREUIL, M. (2009). *Biologie 2e année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

CALLEN, J.-C. (2005). *Biologie cellulaire. Des molécules aux organismes.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1999).

CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles, 2e édition (1e édition 1995).

[CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERAMN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie.* Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÎNE. Pearson, Paris (4e edition).

DAUTEL, O. (dir.), A. PROUST, M. ALGRAIN, C. BORDI, A. HELME-GUIZON, F. SAINTPIERRE, M. VABRE & C. BOGGIO (2017). *Biologie Géologie BCPST 1re année.* Vuibert, Paris.

DENŒUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DOYLE, J. T., J. L. PATTERSON, J. V. WARREN & D. K. DETWEILER (1960). Observations on the Circulation of Domestic Cattle. *Circulation Research*, **8** : 4-15. https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/01.RES.8.1.4 [consultation février 2020]

GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). *Biologie-Géologie 1re année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse.* Ellipses, Paris.

LATRUFFE, N. (dir.), F. BLEICHER-BARDETTI, B. DUCLOS & J. VAMECQ (2014). *Biochimie. Tout le cours en fiches. Licence. PACES-UE1. CAPES.* Dunod, Paris.

LIZEAUX, C., D. BAUDE (dir.), V. AUDEBERT, C. BRUNET, G. GUTJAHR, Y. JUSSERAND, A. MATHEVET, P. PILLOT, S. RABOUIN & A. VAREILLE (2008). *SVT Sciences de la Vie et de la Terre Terminale S. Enseignement obligatoire.* Bordas, Paris.

MARIEB, E. N. (2005). *Anatomie et physiologie humaines.* Renouveau pédagogique, Saint-Laurent (Québec, Canada), Diffusion Pearson Education France, Paris, 6e édition américaine (2004) adaptée par R. LACHAÎNE.

MARIEB, E. N. & K. HOEHN (2015). *Anatomie et physiologie humaines.* Pearson, Montréal (Québec, Canada), 9e édition américaine adaptée par L. MOUSSAKOVA & R. LACHAÎNE.

MEYER, S., C. REEB & R. BOSDEVEIX (2008). *Botanique. Biologie et physiologie végétales.* Maloine, Paris, 2e édition (1e édition 2004).

MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLEN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et colloborateurs (2003). *Dictionnaire raisonné de Biologie.* Frison-Roche, Paris.

PÉRILLEUX, É., D. RICHARD, B. ANSELME, J.-M. DEMONT & P. VALET (2002). *Biologie humaine. Anatomie, physiologie, santé.* Nathan, Paris, 2e édition.

PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010*a*). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 2e édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1e édition 2006).

PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010*b*). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2014). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2017). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 4e édition (1e édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2018). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2019). *Biologie et géologie. BCPST 1 et 2. Tout-en-fiches.* Dunod, Paris.
RAVEN, P. H., G. B. JOHNSON, J. B. LOSOS, S. S. SINGER (2007). *Biologie*. De Boeck, Bruxelles.
RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2012). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2010).
RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2015). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2010).
RICHARD, D. & D. ORSAL (2001). *Neurophysiologie. Organisation et fonctionnement du système nerveux*. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1994).
SAINTPIERRE, F., C. BORDI (dir.), M. ALGRAIN, Y. KRAUSS, I. MOLLIÈRE & H. CLAUCE (2017). *Mémento Biologie BCPST 1re et 2e années*. Vuibert, Paris.
SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1re année*. Ellipses, Paris.
SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2e année*. Ellipses, Paris.
TORTORA, G. J. & B. DERRICKSON (2009). *Manuel d'anatomie et de physiologie humaines*. Adaptation française L. MARTIN & M. FOREST. De Boeck, Bruxelles, B.
[VANDER, A. J.], E. P. WIDMAIER, H. RAFF & K. T. STRANG (2013). *Physiologie humaine. Les mécanismes du fonctionnement de l'organisme*. Maloine, Paris, 6e édition.
VINCENT, P. (1962). *Sciences naturelles. Classe de 1reM'*. Vuibert, Paris.
VINCENT, P. (1964). *Sciences naturelles. Classe de 2eM'*. Vuibert, Paris.
VINCENT, P. (1968). *Sciences naturelles. Classe de 1eD*. Vuibert, Paris.
VOGEL, G. & H. ANGERMANN (1994). *Atlas de la biologie*. Illustrations R. & R. FAHNERT. Traduit de l'allemand. La Pochothèque, Librairie générale française, Paris.
WALLER, L. (2014). *La gestation extra-utérine chez les Mammifères domestiques et la Femme*. Thèse de doctorat vétérinaire, VetAgroSup, Lyon.

Plan du chapitre

Objectifs : extraits du programme 1
Introduction 1

I. La Vache, un système biologique 2
A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique) 2
1. Un être vivant (= organisme) : une tentative de définition 2
2. La cellule eucaryote comme unité fondamentale 2
3. Des niveaux d'organisation 2
a. Les niveaux de base 2
b. Les niveaux écologiques 3
4. Un système thermodynamique ouvert, c'est-à-dire qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement 3
a. Activité, variabilité et stabilité des systèmes biologiques 3
b. Le métabolisme 4
5. L'unité physiologique : les grandes fonctions du vivant 4
a. Les fonctions de relation 4
b. Les fonctions de nutrition 4
c. Les fonctions de reproduction 4
B. Un animal (Métazoaire) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique) 5
1. Un organisme pluricellulaire : un ensemble d'organes spécialisés au fonctionnement coordonné 5
2. Un organisme hétérotrophe : un consommateur de matière organique pré-existante 5
3. Un organisme phagotrophe : un consommateur d'aliments massifs ou particulaires ingérés puis digérés 5
C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique) 6
1. Un organisme vivant dans une prairie ou une stabulation 6
2. Un organisme qui vit en milieu aérien : adaptations aux contraintes physico-chimiques de ce milieu 6
3. Des relations avec les congénères de la même espèce : les relations intraspécifiques 6
a. Le grégarisme et la socialité 6
b. Communication et reconnaissance 6
c. Dominance, soumission ; *leadership* 6
d. Le soin et l'alimentation des jeunes (veaux) 6
e. Des comportements sexuels 7
4. Des relations avec des organismes d'autres espèces : les relations interspécifiques 7
D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique) 8
1. Une espèce dans la classification 8
2. L'existence d'une diversité intraspécifique : les races de Bovins 8
E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique) 9
1. La Vache, fruit de la domestication et de la sélection artificielle 9
a. La domestication de la Vache à partir de l'Auroch au Néolithique 9
b. Une sélection artificielle de caractères qualitatifs ou quantitatifs intéressants pour l'Homme 9
2. La Vache, « objet » au service de l'Homme 9
a. Un animal pourvoyeur de lait et de viande (visée alimentaire) 9
b. Un animal de trait (visée agricole) 9
c. Un animal pourvoyeur de cuir 9

3. La Vache, organisme dont la reproduction demeure maîtrisée par l'Homme (insémination artificielle, transferts d'embryons, sélection génomique) 9

II. La Vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement : les fonctions de nutrition (s. l.) 10

A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets 10

1. Un prélèvement de matière organique, d'eau, d'ions et de dioxygène dans l'environnement 10
2. Une intégration de la matière dans l'anabolisme et le catabolisme : l'assimilation 10
3. Une évacuation des déchets à l'extérieur de l'organisme : l'excrétion 10

B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif 11

1. Quelques concepts préliminaires 11
   a. La notion d'aliment et de nutriment 11
   b. Des aliments aux nutriments : la digestion 11
   c. Les grands mécanismes de la digestion : motilité, digestion chimique (y compris symbiotique), absorption 11
   d. La notion de système digestif : tube digestif et glandes digestives 11
2. Le point de départ : une alimentation végétale 11
   a. Une alimentation qui comprend une grande partie de plantes herbacées riches en cellulose… 11
   b. … couvrant les besoins de l'animal 12
3. La prise alimentaire (= manducation) au niveau de la bouche 12
   a. La mastication, broyage mécanique par les mâchoires et la dentition 12
      α. Notions générales sur la mâchoire et la dentition des Mammifères 12
      β. Une dentition de la Vache qui favorise la coupe puis le râpage des végétaux 12
   b. L'insalivation, humidification et début de digestion des aliments grâce aux glandes salivaires 15
   c. Au niveau pharyngien : la déglutition 15
   d. Vers la panse (= rumen) : l'œsophage 15
4. Un animal polygastrique dont l'estomac comprend quatre poches et est impliqué dans la digestion mécanique et chimique, l'absorption de nutriments et des symbioses microbiennes 15
   a. Organisation et caractéristiques anatomiques de l'estomac (ou « des » estomacs) 15
   b. Des événements digestifs en association avec des micro-organismes symbiotiques dans le rumen 17
      α. Une arrivée quasi-immédiate après la manducation suivie d'un long séjour (stockage et brassage mécanique) 17
      β. Une poche très riche en micro-organismes qui produisent des hydrolases variées permettant la digestion chimique des matières végétales 17
      γ. Une fermentation des nutriments par les micro-organismes qui produisent des acides gras volatils (AGV : acétate, propionate, butyrate…) 17
      δ. Une absorption directe des acides gras volatils par la muqueuse digestive du rumen 17
      ε. Une méthanogenèse assurée par des Archées à l'origine des éructations libératrices de méthane dans l'atmosphère 17
      ζ. Une chaîne trophique dans le rumen impliquant des micro-organismes qui seront *in fine* en grande partie digérés par l'animal 19
5. Les événements digestifs ultérieurs 19
   a. La régurgitation et la rumination dans la cavité buccale 19
   b. Un trajet direct vers le feuillet puis la caillette, point de départ d'une digestion selon des modalités plus « classiques » 19
   c. L'intestin grêle, lieu de digestion et d'absorption de nombreux nutriments en lien avec l'action de la bile et du suc pancréatique 19
      α. L'intestin, long conduit très replié assurant l'absorption de nombreux nutriments notamment issus de la digestion des micro-organismes 19
      β. Une absorption précédée d'une digestion chimique dans la lumière intestinale, largement due aux sécrétions pancréatiques et hépatiques 21
   d. Une déshydratation des restes alimentaires dans le gros intestin avant égestion des fèces par l'anus 22
6. Bilan : une vue d'ensemble de la digestion des Ruminants 23

C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire 25

1. La fonction respiratoire : des échanges gazeux permettant la respiration cellulaire 25
2. Des échanges entre sang et environnement (poumons : respiration interne) 25
3. Le système respiratoire : des organes situés dans la cavité thoracique et réalisant la respiration externe 25
4. Des adaptations au milieu aérien : invagination / ramification des structures, support squelettique, ventilation bidirectionnelle… 26

D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire) 26

1. La notion de système excréteur ou système urinaire 26
2. Un ensemble d'organes situés dans la cavité abdominale 26
3. Le néphron, unité de fonctionnement du rein produisant l'urine par ultrafiltration glomérulaire (→ urine I) puis réabsorption et sécrétion tubulaires (→ urine II = définitive) 27
4. La nature des excrétats : une évacuation d'eau, d'ions et d'urée (déchet azoté adapté à la vie aérienne) et d'éventuelles toxines 28

E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique] 28

1. La circulation, une fonction intégrative adaptée à la pluricellularité et à la spécialisation poussée des organes et tissus 28
2. La présence de deux fluides circulants : le sang et la lymphe 28
   a. Le sang, un tissu mobile composé de cellules (éléments figurés) et d'un plasma riche en solutés variés 28
   b. La lymphe, liquide né de la filtration du sang et retournant au sang qui se déplace lentement dans un système propre (canaux lymphatiques) 29
3. La circulation lymphatique : une circulation lente à basse pression remplissant quelques fonctions nutritives et immunitaires 30
   a. Une circulation lente dans des canaux lymphatiques qui commence en cul-de-sac dans les tissus et retourne *in fine* au sang veineux 30
   b. Des fonctions essentiellement nutritives et immunitaires 31
4. La circulation sanguine : une circulation rapide à haute pression participant à la nutrition de l'ensemble de l'organisme et aux fonctions de relation 31
   a. La notion d'appareil cardiovasculaire : le sang, les vaisseaux et le cœur 31
   b. Une circulation qui suppose la mise en mouvement active du fluide par le cœur, pompe foulante et aspirante 32
   c. Une circulation qui suppose le passage du sang dans des conduits : les vaisseaux sanguins (artères, capillaires, veines) 32
   d. Une circulation composée de deux boucles (circulations pulmonaire et générale) en série assurant la charge et la décharge en gaz respiratoires 33
   e. Une circulation au centre du fonctionnement de l'organisme : une fonction intégrative 33

F. Bilan sur les fonctions de nutrition 33

III. La Vache, un organisme qui s'inscrit dans son environnement, capte et réagit à ses fluctuations et dont les cellules communiquent : les fonctions de relation (s. l.) 34
A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire 34
1. Le squelette, ensemble d'organes rigides (les os) associés et constituant l'armature structurante de l'organisme 34
a. L'endosquelette osseux, armature caractéristique des Vertébrés osseux (= Ostéichtyens au sens moderne) 34
b. Des os constituant un ancrage pour les muscles squelettiques et mobiles les uns par rapport aux autres grâce aux articulations 35
c. Un squelette divisible en plusieurs zones fonctionnelles : les squelettes céphalique, axial, zonal et appendiculaire 35
d. La Vache, un animal tétrapode quadripède et onguligrade : anatomie fonctionnelle du membre 36
α. Le membre chiridien, caractéristique des Tétrapodes (et donc de tous les Mammifères)36
β. Le membre chiridien chez la Vache, Mammifère onguligrade (type marcheur, ancestralement coureur) 37
γ. Un squelette marcheur… et « coureur » ? 38
2. Les muscles squelettiques, ensemble d'organes notamment locomoteurs associés aux os 38
a. Pour rappel : l'existence de trois types de muscles (squelettiques, cardiaque, lisses) 38
b. Des organes contractiles ancrés sur le squelette par des tendons 38
c. Des organes dont la contraction est contrôlée par le système nerveux 39
d. Des organes dont l'association anatomo-fonctionnelle avec le squelette permet la motilité de l'organisme et d'autres fonctions variées 39
α. Mouvements et locomotion 39
β. Maintien de la posture en milieu aérien [peu porteur] 39
γ. Ventilation (diaphragme, muscles intercostaux) 39
δ. Vision (muscles oculaires + muscles ciliaires qui sont lisses) 40
ε. Mastication et mouvements faciaux (muscles masticateurs et faciaux) 40
B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels 40
1. Notions d'organe sensoriel et de récepteur sensoriel 40
2. Principe de fonctionnement d'un organe sensoriel : l'exemple de l'œil 40
a. Des organes situés dans les orbites, protégés par le liquide lacrymal et dont la haute mobilité est permise par des muscles oculaires 40
b. Une organisation particulière (paroi et humeurs) 40
c. Un œil simple (= camérulaire) où se forme une image inversée sur la rétine après une double convergence (cornée + cristallin) 41
d. Une rétine dont les cellules photoréceptrices (cônes et batônnets) convertissent les signaux lumineux en signaux électriques 41
e. Un champ visuel large mais une vision binoculaire (en relief) étroite 42
3. La diversité des structures et fonctions sensorielles 42
a. L'intéroception : une perception des paramètres internes de l'organisme 43
b. La perception des stimuli d'origine externe : vision, audition, olfaction, goût, somesthésie (mécanoréception, thermoréception, nociception) 43
C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien 43
1. Le principe d'une communication intercellulaire : émission, transmission et réception d'un signal avec réponse biologique 43
2. Panorama des modalités de communications intercellulaires : rappels 43
a. La juxtacrinie, communication entre cellules adjacentes 43
b. La paracrinie, communication à courte distance par un facteur diffusif 43
c. L'endocrinie (communication hormonale), communication par une hormone transportée par le sang 44
d. La communication nerveuse 44
3. Deux grands systèmes d'intégration, de communication et de coordination dans l'organisme 44
a. Le système hormonal (= endocrinien) : une communication par les hormones 44
α. Notion d'hormone et principe de la communication hormonale 44
β. Un système composé d'un ensemble de glandes endocrines dispersées dans l'organisme 45
b. Le système nerveux : une communication par les neurones 45
α. Nature du système nerveux et principe de la communication nerveuse 45
β. Constitution histologique du système nerveux 45
γ. Les grandes subdivisions fonctionnelles du système nerveux 45
i. Le système nerveux central (SNC) : les centres nerveux, lieux d'intégration des informations et de commande 46
ii. Le système nerveux périphériques (SNP) : les nerfs, lignes de communications entre les centres nerveux et l'organisme 46
➢ La voie afférente (ou voie sensitive) : les nerfs remontant aux centres nerveux les informations sur les stimuli perçus par les systèmes sensoriels 46
➢ La voie efférente (ou voie « motrice ») : les nerfs amenant aux organes effecteurs les commandes des centres nerveux 46
c. Un système de communication « publique » (système endocrinien) et un système de communication « privé » (système nerveux) ? 46
4. L'existence, dans l'organisme, de contrôles et de régulations qui permettent l'homéostasie mais autorisent toutefois l'adaptation 46
a. Le contrôle : l'existence d'une modulation d'un paramètre 46
b. La régulation : l'existence d'une correction de la variation d'un paramètre en réponse à la détection d'un écart au point de consigne ; notion d'homéostasie 47
c. La possibilité d'une adaptation physiologique (avec écart à l'homéostasie) lors d'une situation atypique de fonctionnement de l'organisme 47
D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation] 48
1. L'environnement physico-chimique et microbien de l'animal, milieu agressif 48
2. La protection contre les agressions physiques, thermiques et biologiques : le tégument et les muqueuses 48
a. Les rôles principaux du tégument et des muqueuses, limites physiques de l'organisme 48
b. Gros plan sur le tégument des Mammifères : la peau 48
c. Les sabots, les poils et (pour partie) les cornes, phanères de la Vache 50
α. Les sabots, ongles hypertrophiés servant d'appui au sol 50
β. Les cornes, étuis de kératine autour d'un cornillon osseux à fonction défensive et offensive 50
γ. Les poils, fils de kératine à fonction de protection thermique (et en lien avec la sensibilité tactile) 50
3. La lutte contre les agressions biologiques : le système immunitaire 50
4. La possibilité d'une régénération tissulaire en cas de lésion (dans certaines limites) 51
5. Un organisme qui maintient sa température interne face aux fortes fluctuations thermiques du milieu : l'homéothermie 51
a. L'homéothermie, une réponse à un milieu aérien thermiquement fluctuant adoptée par les Mammifères, en plus de comportements protecteurs 51
b. La température interne de la Vache, un paramètre stable et réglé : notions de thermorégulation 51
α. Un paramètre stable : une valeur de consigne proche de 38,5 °C (température centrale) 51
β. Des organes et tissus effecteurs d'une hausse (thermogenèse) ou d'une baisse (thermolyse) de température de nature variée 51

i. La thermogenèse : métabolisme, activité musculaire, digestion (en lien avec les micro-organismes), tissu adipeux brun 51
ii. La thermolyse : pertes caloriques dans l'environnement, largement modulées par la vascularisation périphérique, et la sudation 52
γ. La boucle de la thermorégulation 52

IV. La Vache, un organisme qui peut produire de nouveaux individus de la même espèce qui subissent ensuite un développement : les fonctions de reproduction (s. l.) 53
A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique 53
1. Une espèce gonochorique (= à sexes séparés) impliquant donc une reproduction sexuée 53
2. Un cycle de vie diphasique monogénétique diplophasique 53
B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement) 54
1. La production de gamètes chez le mâle (Taureau) 54
a. Une production de gamètes et de liquide séminal dans l'appareil reproducteur (= génital) mâle, ainsi que de testostérone 54
b. Une production continue de spermatozoïdes 54
2. La production de gamètes chez la femelle (Vache) 54
a. Un processus intégré dans l'appareil reproducteur (= génital) femelle, ensemble d'organes à fonction gamétogénétique, endocrine et… gestationnelle 54
b. Un fonctionnement par cycles menstruels affectant les ovaires, l'utérus et le comportement reproducteur 55
α. Une cyclicité de 21 jours en moyenne 55
β. Un cycle ovarien : la production cyclique d'un ovocyte II 55
γ. Un cycle utérin : le développement de la muqueuse utérine et son évacuation par les menstruations (= règles) 56
δ. Un cycle œstrien : un comportement reproducteur cyclique (œstrus = chaleurs) 56
3. Un contrôle hormonal de l'activité de l'axe gonadotrope 56
a. Principe général : un axe de contrôle hypothalamus / hypophyse / gonades 57
b. Chez le Taureau 58
c. Chez la Vache 58
4. Un rapprochement des partenaires sexuels aboutissant à la copulation 58
a. Un rapprochement des partenaires sexuels supposant une reconnaissance et une attraction entre partenaires sexuels (implication des fonctions de relation) 58
b. Un acte copulatoire où le Taureau introduit son pénis dans le vagin et y dépose son sperme 59
c. Un acte copulatoire rare dans la plupart des élevages modernes où il est remplacé par une insémination artificielle 59
C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel 59
1. La fécondation : une réunion d'un ovocyte II et d'un spermatozoïde 59
2. La gestation : le port d'un embryon puis fœtus en développement par la Vache 60
a. Développement, développement embryonnaire vs. post-embryonnaire, gestation : quelques repères conceptuels 60
b. Un développement prénatal de 290 jours (embryonnaire + fœtal) 60
α. La progestation : un début de développement embryonnaire à l'état libre (production d'hormones + nutrition par sécrétions utérines) (env. 20 j) 60
β. La nidation sur la muqueuse utérine (~ J20) 60
γ. La gestation *stricto sensu* : un développement embryonnaire puis fœtal fixé dans l'organisme maternel jusqu'à la parturition 61
c. L'importance des annexes embryonnaires (amnios et placenta) 61
α. L'amnios, une enveloppe épithélio-conjonctive délimitant la cavité amniotique remplie d'un liquide dans lequel baigne et se développe l'organisme 61
β. Le placenta, structure materno-fœtale assurant des échanges trophiques (et d'autre nature) entre mère et organisme en développement 62
3. La parturition ou mise bas : la naissance du jeune (ici nommée vêlage) 63
a. Travail, expulsion du jeune, délivrance : un vêlage qui dure quelques heures 63
b. Un déclenchement hormonal 63
c. Une conséquence subséquente de la parturition : l'anœstrus post-partum (30-80 j) 63
D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation 63
1. Des contacts physiques et une reconnaissance associés notamment au léchage 63
2. Un lien trophique majeur entre mère et jeune : la lactation 64
a. Des liquides nutritifs d'origine maternelle alimentant le jeune : le colostrum (6 j) puis le lait (jusqu'au sevrage) 64
b. La production de lait (lactogenèse = lactation) et sa distribution, des processus ayant lieu au niveau des glandes mammaires 64
c. La production de lait (lactogenèse = lactation), un processus contrôlé hormonalement et entretenu par la succion (ou la traite) 65
d. La production de lait (lactogenèse = lactation), un processus détourné par l'Homme pour sa propre alimentation en maîtrisant la fréquence de reproduction de la Vache 66
E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance 66
F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation 66
G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache 67

Bilan 68
Pour faire une fiche de révision : quelques pistes 69
Références 69
Plan du chapitre 70
Plan simplifié du chapitre (3 niveaux) 74
Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux) 75

Plan simplifié du chapitre (3 niveaux)

Objectifs : extraits du programme 1
Introduction 1

I. La Vache, un système biologique 2
A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique) 2
1. Un être vivant (= organisme) : une tentative de définition 2
2. La cellule eucaryote comme unité fondamentale 2
3. Des niveaux d'organisation 2
4. Un système thermodynamique ouvert, c'est-à-dire qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement 3
5. L'unité physiologique : les grandes fonctions du vivant 4
B. Un animal (Métazoaire) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique) 5
1. Un organisme pluricellulaire : un ensemble d'organes spécialisés au fonctionnement coordonné 5
2. Un organisme hétérotrophe : un consommateur de matière organique pré-existante 5
3. Un organisme phagotrophe : un consommateur d'aliments massifs ou particulaires ingérés puis digérés 5
C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique) 6
1. Un organisme vivant dans une prairie ou une stabulation 6
2. Un organisme qui vit en milieu aérien : adaptations aux contraintes physico-chimiques de ce milieu 6
3. Des relations avec les congénères de la même espèce : les relations intraspécifiques 6
4. Des relations avec des organismes d'autres espèces : les relations interspécifiques 7
D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique) 8
1. Une espèce dans la classification 8
2. L'existence d'une diversité intraspécifique : les races de Bovins 8
E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique) 9
1. La Vache, fruit de la domestication et de la sélection artificielle 9
2. La Vache, « objet » au service de l'Homme 9
3. La Vache, organisme dont la reproduction demeure maîtrisée par l'Homme (insémination artificielle, transferts d'embryons, sélection génomique) 9

II. La vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement : les fonctions de nutrition (s. l.) 10
A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets 10
1. Un prélèvement de matière organique, d'eau, d'ions et de dioxygène dans l'environnement 10
2. Une intégration de la matière dans l'anabolisme et le catabolisme : l'assimilation 10
3. Une évacuation des déchets à l'extérieur de l'organisme : l'excrétion 10
B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif 11
1. Quelques concepts préliminaires 11
2. Le point de départ : une alimentation végétale 11
3. La prise alimentaire (= manducation) au niveau de la bouche 12
4. Un animal polygastrique dont l'estomac comprend quatre poches et est impliqué dans la digestion mécanique et chimique, l'absorption de nutriments et des symbioses microbiennes 15
5. Les événements digestifs ultérieurs 19
6. Bilan : une vue d'ensemble de la digestion des Ruminants 23
C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire 25
1. La fonction respiratoire : des échanges gazeux permettant la respiration cellulaire 25
2. Des échanges entre sang et environnement (poumons : respiration interne) 25
3. Le système respiratoire : des organes situés dans la cavité thoracique et réalisant la respiration externe 25
4. Des adaptations au milieu aérien : invagination / ramification des structures, support squelettique, ventilation bidirectionnelle… 26
D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire) 26
1. La notion de système excréteur ou système urinaire 26
2. Un ensemble d'organes situés dans la cavité abdominale 26
3. Le néphron, unité de fonctionnement du rein produisant l'urine par ultrafiltration glomérulaire (→ urine I) puis réabsorption et sécrétion tubulaires (→ urine II = définitive) 27
4. La nature des excrétats : une évacuation d'eau, d'ions et d'urée (déchet azoté adapté à la vie aérienne) et d'éventuelles toxines 28
E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique] 28
1. La circulation, une fonction intégrative adaptée à la pluricellularité et à la spécialisation poussée des organes et tissus 28
2. La présence de deux fluides circulants : le sang et la lymphe 28
3. La circulation lymphatique : une circulation lente à basse pression remplissant quelques fonctions nutritives et immunitaires 30
4. La circulation sanguine : une circulation rapide à haute pression participant à la nutrition de l'ensemble de l'organisme et aux fonctions de relation 31
F. Bilan sur les fonctions de nutrition 33

III. La Vache, un organisme qui s'inscrit dans son environnement, capte et réagit à ses fluctuations et dont les cellules communiquent : les fonctions de relation (s. l.) 34
A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire 34
1. Le squelette, ensemble d'organes rigides (les os) associés et constituant l'armature structurante de l'organisme 34
2. Les muscles squelettiques, ensemble d'organes notamment locomoteurs associés aux os 38
B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels 40
1. Notions d'organe sensoriel et de récepteur sensoriel 40
2. Principe de fonctionnement d'un organe sensoriel : l'exemple de l'œil 40
3. La diversité des structures et fonctions sensorielles 42
C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien 43
1. Le principe d'une communication intercellulaire : émission, transmission et réception d'un signal avec réponse biologique 43
2. Panorama des modalités de communications intercellulaires : rappels 43
3. Deux grands systèmes d'intégration, de communication et de coordination dans l'organisme 44
4. L'existence, dans l'organisme, de contrôles et de régulations qui permettent l'homéostasie mais autorisent toutefois l'adaptation 46
D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation] 48
1. L'environnement physico-chimique et microbien de l'animal, milieu agressif 48
2. La protection contre les agressions physiques, thermiques et biologiques : le tégument et les muqueuses 48

3. La lutte contre les agressions biologiques : le système immunitaire 50
4. La possibilité d'une régénération tissulaire en cas de lésion (dans certaines limites) 51
5. Un organisme qui maintient sa température interne face aux fortes fluctuations thermiques du milieu : l'homéothermie 51

IV. La Vache, un organisme qui peut produire de nouveaux individus de la même espèce qui subissent ensuite un développement : les fonctions de reproduction (s. l.) 53
A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique 53
1. Une espèce gonochorique (= à sexes séparés) impliquant donc une reproduction sexuée 53
2. Un cycle de vie diphasique monogénétique diplophasique 53
B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement) 54
1. La production de gamètes chez le mâle (Taureau) 54
2. La production de gamètes chez la femelle (Vache) 54
3. Un contrôle hormonal de l'activité de l'axe gonadotrope 56
4. Un rapprochement des partenaires sexuels aboutissant à la copulation 58
C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel 59
1. La fécondation : une réunion d'un ovocyte II et d'un spermatozoïde 59
2. La gestation : le port d'un embryon puis fœtus en développement par la Vache 60
3. La parturition ou mise bas : la naissance du jeune (ici nommée vêlage) 63
D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation 63
1. Des contacts physiques et une reconnaissance associés notamment au léchage 63
2. Un lien trophique majeur entre mère et jeune : la lactation 64
E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance 66
F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation 66
G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache 67

Bilan 68
Pour faire une fiche de révision : quelques pistes 69
Références 69
Plan du chapitre 70
Plan simplifié du chapitre (3 niveaux) 74
Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux) 75

Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux)

Objectifs : extraits du programme 1
Introduction 1

I. La Vache, un système biologique 2
A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique) 2
B. Un animal (Métazoaire) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique) 5
C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique) 6
D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique) 8
E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique) 9

II. La Vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement : les fonctions de nutrition (s. l.) 10
A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets 10
B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif 11
C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire 25
D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire) 26
E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique] 28
F. Bilan sur les fonctions de nutrition 33

III. La Vache, un organisme qui s'inscrit dans son environnement, capte et réagit à ses fluctuations et dont les cellules communiquent : les fonctions de relation (s. l.) 34
A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire 34
B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels 40
C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien 43
D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation] 48

IV. La Vache, un organisme qui peut produire de nouveaux individus de la même espèce qui subissent ensuite un développement : les fonctions de reproduction (s. l.) 53
A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique 53
B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement) 54
C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel 59
D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation 63
E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance 66
F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation 66
G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache 67

Bilan 68
Pour faire une fiche de révision : quelques pistes 69
Références 69
Plan du chapitre 70
Plan simplifié du chapitre (3 niveaux) 74
Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux) 75

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.
Document achevé sous cette forme en février 2020 • Dernière actualisation : mars 2020.
Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com
Adresse de téléchargement : https://www.svt-tanguy-jean.com/

Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.