



Lycée François-René de CHATEAUBRIAND  
 136 BOULEVARD DE VITRÉ, CS 10637  
 35706 RENNES CEDEX 7  
**CLASSE PRÉPARATOIRE BCPST 1**  
 Biologie Chimie Physique Sciences de la Terre

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)  
 °° SCIENCES DE LA VIE °°  
 >> Cours <<

Chapitre 1

# Regards sur un organisme Métazoaire : un Bovidé

## PLANCHES COMPLÈTES

### Objectifs : extraits du programme

Savoirs visés	Capacités exigibles
<b>SV-A-1 Regards sur un organisme Métazoaire : un Bovidé (BCPST 1)</b>	
<p>Les vaches appartiennent au groupe des Métazoaires et à la famille des Bovidés.</p> <p>Les différents appareils de l'organisme sont reliés aux fonctions de nutrition, reproduction et relation.</p> <p>Certaines de leurs caractéristiques sont liées au milieu de vie.</p> <p>La compartimentation de l'appareil digestif permet l'ingestion d'aliments (hétérotrophie), leur simplification en nutriments et leur absorption, ainsi que l'égestion de la matière non absorbée.</p> <p>Le microbiote du rumen par son action joue un rôle majeur dans l'origine des nutriments utilisés par la vache.</p> <p>Les nutriments sont distribués dans l'ensemble de l'organisme par l'appareil circulatoire et entrent ainsi dans le métabolisme cellulaire.</p> <p>L'appareil respiratoire assure les échanges gazeux liés au métabolisme énergétique aérobie.</p> <p>L'appareil excréteur élimine les déchets azotés et contribue à l'équilibre hydrominéral de l'organisme.</p>	<p>- Identifier les principaux caractères morphologiques et anatomiques pour positionner une vache au sein d'une classification phylogénétique des Métazoaires.</p> <p>- Construire un schéma fonctionnel synthétique des appareils impliqués dans la fonction de nutrition.</p> <p>- Argumenter la complémentarité et la coopération fonctionnelle des différents appareils.</p> <p>- Mettre en relation l'organisation structurale et fonctionnelle de différents appareils et l'adaptation de l'organisme au milieu aérien.</p>
<p><b>Précisions et limites :</b>  <i>Les caractéristiques anatomo-physiologiques liées à l'adaptation au milieu aérien sont présentées succinctement pour les appareils respiratoire, excréteur, reproducteur et pour des organes liés à la fonction de relation.</i>  <i>Les composition et contribution du microbiote de la vache sont limitées à celui du rumen. Le fonctionnement du néphron n'est pas au programme.</i></p>	
<p>L'appareil reproducteur est le lieu de production des gamètes (méiose et différenciation) et de sécrétion</p>	<p>- Repérer au cours de la reproduction sexuée les moments et les modalités de diversification des</p>

<p>d'hormones. C'est également le lieu de la fécondation et de la gestation dans l'organisme maternel.</p> <p>La reproduction sexuée est un processus conservatoire et diversificateur. Elle génère des individus qui sont de la même espèce que les parents, mais dont la diversité permet la sélection.</p>	<p>génotypes.</p>
<p><b>Précisions et limites :</b>  <i>La sélection artificielle sera illustrée à partir d'un seul exemple, sans traiter la diversité des modes de sélection.</i>  <i>L'existence d'un contrôle hormonal de la reproduction est seulement mentionnée pour la production des gamètes et la gestation.</i></p>	
<p>L'organisme est en interaction avec son environnement biotique et abiotique.</p> <p>La vache est incluse dans différents systèmes de relations intraspécifiques et interspécifiques (dont les relations avec l'être humain responsable de la domestication des animaux d'élevage).</p> <p>Les relations interspécifiques avec les microorganismes définissent l'organisme comme un holobionte.</p>	<p>- Différencier et illustrer les différents types de relations interspécifiques impliquant la vache.</p>
<p>La survie individuelle des organismes dépend de leur perception du milieu et de leur capacité de réaction et/ou de leurs systèmes de protection.</p> <p>Les informations perçues par les récepteurs sensoriels sont intégrées au niveau du système nerveux central qui élabore des réponses. Le déplacement de l'animal suite à la perception d'un stimulus met en jeu son squelette et les muscles striés associés.</p> <p>Le tégument joue un rôle d'isolant thermique et de barrière contre les agents pathogènes et les parasites.</p> <p>Face aux variations d'origine interne ou externe, les interrelations entre fonctions permettent une réponse de l'organisme.</p> <p>Une boucle de régulation permet le retour à une valeur de consigne d'un paramètre physiologique suite à la détection de ses variations par des récepteurs, au traitement et à l'intégration de l'information conduisant à une réponse coordonnée liée à des effets sur des organes cibles (effecteurs).</p>	<p>- Identifier les principales étapes menant de la perception d'une variation de paramètre physico-chimique du milieu à la mobilité de l'organisme.</p>
<p><b>Précisions et limites :</b>  <i>Aucune description d'aire sensorielle spécialisée n'est exigible.</i>  <i>On remobilise le concept de boucle de régulation abordé en spécialité SVT de terminale, à partir d'un seul exemple (régulation de la glycémie, mais sans développer les mécanismes cellulaires et moléculaires).</i></p>	
<p>→ chapitre 1 bis (Plans d'organisation des Métazoaires et grandes fonctions en lien avec le milieu)</p> <p>Le fonctionnement de tous les Métazoaires repose sur les mêmes grandes fonctions réalisées par des structures similaires ou non suivant les taxons.</p> <p>Des structures réalisant la même fonction dans deux organismes différents peuvent être homologues ou convergentes.</p> <p>Des convergences marquent l'adaptation des organismes à leur milieu et leur mode de vie.</p>	<p>→ TP SV A1-A2-A3-A4-A5</p> <p>- Réaliser l'observation morphologique et la dissection :  <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'un Vertébré Mammifère Rongeur (la souris) ;</li> <li>• d'un Vertébré Téléostéen ;</li> <li>• d'un Arthropode Hexapode (le criquet) ;</li> <li>• d'un Mollusque Bivalve (la moule).</li> </ul>                     - Utiliser des caractéristiques morphologiques et anatomiques pour déterminer la position systématique de l'animal.                      - Mettre en lien les structures morphologiques et anatomiques observées sur les Métazoaires disséqués avec les fonctions de relation, nutrition (s.l.) et reproduction.                      - Comparer l'organisation morphologique et anatomique des différents Métazoaires étudiés.                      - Identifier des organes homologues ou convergents.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier sur des coupes histologiques et légènder sur des clichés de microscopie électronique les principaux tissus des appareils respiratoire, digestif et du tégument.</li> <li>- Formuler des hypothèses concernant les adaptations morpho-anatomiques au milieu de vie.</li> </ul>
<p><b>Précisions et limites :</b>  On se limite aux fonctions dont les structures associées sont observables en travaux pratiques. Pour les dissections de Métazoaires citées, seuls sont au programme les appareils suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Souris</b> : appareils cardiovasculaire, respiratoire, digestif, uro-génital.</li> <li>• <b>Vertébré Téléostéen</b> : appareils digestifs, cardiovasculaire, respiratoire et reproducteur.</li> <li>• <b>Arthropode Hexapode</b> : appareils digestif (pièces buccales incluses) et respiratoire (système trachéen).</li> <li>• <b>Mollusque Bivalve</b> : appareils respiratoire et reproducteur.</li> </ul> <p>À l'échelle microscopique, l'étude de l'adaptation au milieu et au mode de vie est centrée sur l'appareil respiratoire et le tégument. Pour l'appareil digestif, seules les coupes histologiques de l'intestin de Mammifère sont au programme.</p>	
<p><b>Liens :</b>  Organisation fonctionnelle des appareils respiratoires et relation au milieu (SV-B-1)  Organisation fonctionnelle de l'intestin de Mammifère (SV-C-1)  Approvisionnement en matière organique des organismes hétérotrophes (SV-E-1)  Catabolisme des nutriments (SV-E-2)  Brassages génétiques et diversification des génomes (SV-F-4)  Gaméto-genèse et fécondation chez les Mammifères (SV-G-3)  Relations structure – fonction des organes de l'appareil cardio-vasculaire (SV-I-1)  Boucle de régulation (pression artérielle) et adaptation à l'exercice physique (SV-I-1)  Modalités des communications intercellulaires (SV-I-2)  Relations interspécifiques dans un écosystème (SV-J-2-2)  Interactions trophiques dans les écosystèmes (SV-J-2-3)  Utilisation de l'arbre phylogénétique des Eucaryotes (SV-K-2-2)</p>	

## Introduction

On appelle **Vache** une adulte femelle (ayant eu au moins un petit) de l'espèce **Bos taurus**. **Bos taurus** est une espèce domestique de Bovidé\* que l'être humain élève essentiellement pour son lait et sa viande, dérivant par sélection de l'Auroch sauvage. Au sein de cette espèce, il est d'usage en français de donner des noms différents aux individus en fonction de leur sexe / de leur âge / de leur état reproducteur :

### Les mots pour désigner les représentants de l'espèce *Bos taurus* :

- **Vache** : individu femelle adulte ayant déjà vêlé\*. Âge : souvent plus de 2 ans.
  - **Génisse** (= vachette) : jeune individu femelle considéré comme adulte mais n'ayant pas encore vêlé. Âge : souvent entre 6 mois et deux ans.
  - **Taureau** : individu mâle adulte non castré. Âge : souvent plus de 2 ans.
  - **Taurillon** : jeune individu mâle adulte non castré. Âge : souvent entre six mois et 2 ans.
  - **Bœuf** : individu mâle adulte castré. Âge : souvent plus de 6 mois.
  - **Veau** : individu jeune. Âge : souvent moins de 6 mois.
- Tous les représentants de l'espèce *Bos taurus* peuvent être désignés par le terme générique « **Bovins** ».

\* Le **vêlage** désigne, en zootechnie, la **parturition** (= mise bas) chez les Bovins.

La **Vache** est un être vivant et, à ce titre, interagit avec son environnement. Il s'agit en l'occurrence d'un **organisme pluricellulaire** (= composé de nombreuses cellules) (revoir chapitre 1 : grand IV). Comme tout organisme, il exerce **trois grandes familles de fonctions** : les fonctions de nutrition, les fonctions de relation, les fonctions de reproduction.

### \*Que sont les Bovidés [Bovidae] ?

Les **Bovidés [Bovidae]** sont une famille de Mammifères 'artiodactyles' (nombre pair de doigts par pied, avec sabot) caractérisés par :

- Un estomac à plusieurs poches (fondamentalement quatre poches),
- Un sabot à deux doigts,
- Une paire de cornes creuses et persistantes,
- Une mâchoire supérieure sans incisives ni canines.

Au-delà des Bovinae (Vaches, Bisons, Buffles...), on y trouve les Caprinés (Chèvres, Mouflons...) et les diverses sous-familles d'Antilopes au sens large.

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

<b>Capacités exigibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Identifier</b> les principaux caractères morphologiques et anatomiques pour positionner une Vache au sein d'une classification phylogénétique des Métazoaires.</li> <li>✓ <b>Construire</b> un schéma fonctionnel synthétique des appareils impliqués dans la fonction de nutrition.</li> <li>✓ <b>Argumenter</b> la complémentarité et la coopération fonctionnelle des différents appareils.</li> <li>✓ <b>Mettre en relation</b> l'organisation structurale et fonctionnelle de différents appareils et l'adaptation au milieu aérien.</li> <li>✓ <b>Différencier</b> et illustrer les différents types de relations interspécifiques impliquant la Vache.</li> </ul>
----------------------------	--

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 chapitre 0** (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

### 2. La cellule eucaryote comme unité fondamentale

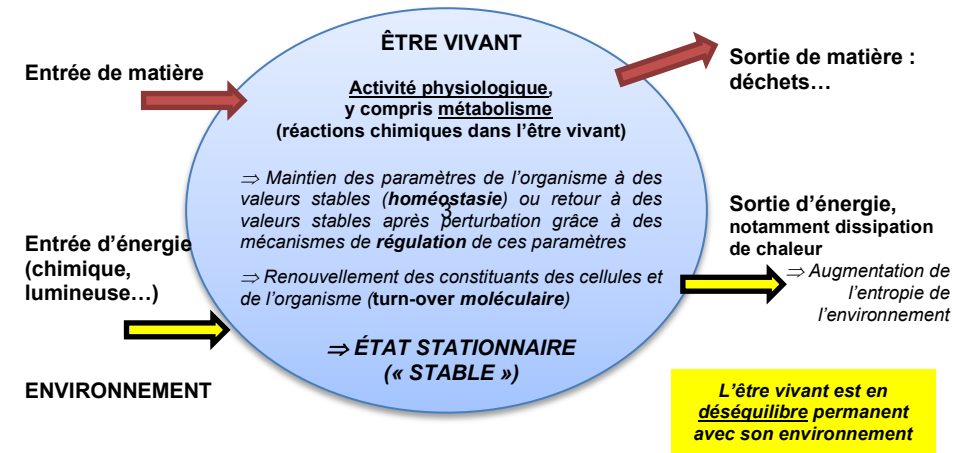
### 3. Des niveaux d'organisation

#### a. Les niveaux de base

#### b. Les niveaux écologiques

### 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



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

Notons que l'énergie dont il est question peut parfois être sous forme d'énergie chimique contenue dans la matière : l'entrée et la sortie de matière et d'énergie sont alors confondues. Les quantités de matière et d'énergie dans un organisme sont **globalement stables** à court et moyen terme (on exclut ici les phénomènes de croissance), de même que l'organisation de l'être vivant... alors que cette matière est sans cesse transformée et que le maintien de cette organisation et les activités physiologiques demandent une **grande quantité d'énergie**. Cela suppose l'acquisition régulière de matière et d'énergie de l'environnement, leur transformation (notamment via les réactions métaboliques) et l'expulsion de déchets. Le maintien de « l'ordre » dans l'organisme et son fonctionnement imposent une dissipation d'énergie sous forme principalement de **chaleur**, laquelle augmente le « désordre » (entropie) de l'environnement.

## b. Le métabolisme

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

#### a. Les fonctions de relation

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

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<sub>2</sub>]

#### c. Les fonctions de reproduction

\* 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...

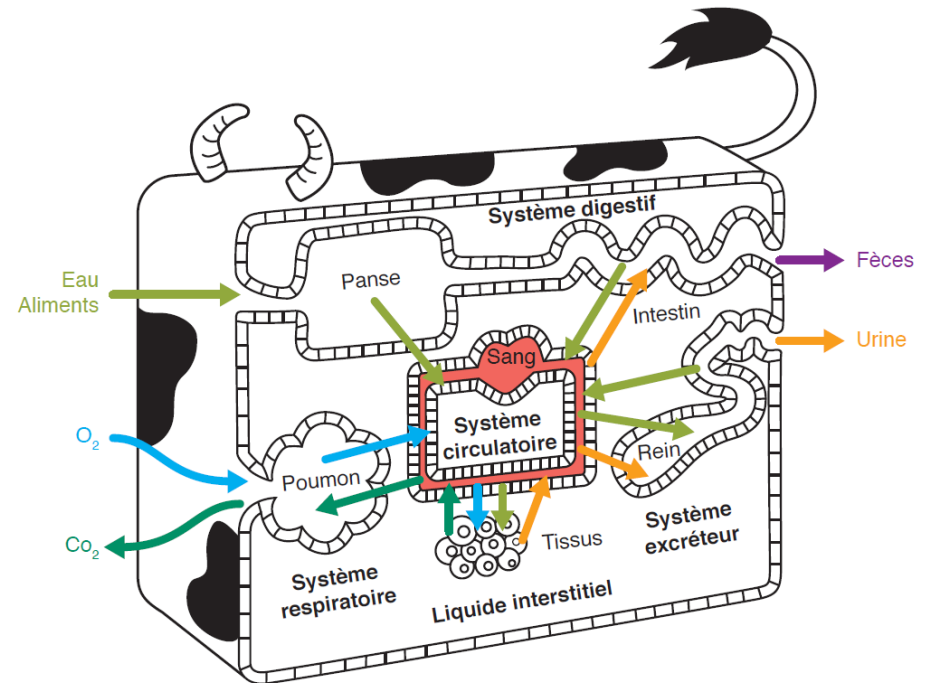
**Fonctions de reproduction = production de nouvelles cellules avec transmission de l'information génétique et acquisition possible de particularités structurales et fonctionnelles**

Cycle cellulaire, réplication, division cellulaire, croissance cellulaire, différenciation, sénescence...

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

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

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



Flèches vertes : les aliments ingérés deviennent nutriments suite à la digestion.

Flèches orange : déchets

▲ 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)

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

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

#### 1. Un organisme vivant dans une prairie ou une 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
Milieu desséchant	- Limitation des pertes hydriques : tégument, internalisation des surfaces d'échanges - Contrôle de la volémie
Milieu peu dense (800 fois moins que l'eau)	- Facilité de déplacement (faible dépense musculaire) - Ventilation peu coûteuse en énergie (ventilation bidirectionnelle possible)
Milieu à faible portance (poussée d'Archimède négligeable face au poids des gros organismes)	- Nécessité de porter l'animal (squelette, musculature > coût énergétique)
Forte teneur en dioxygène (en moyenne 30 fois plus que dans l'eau)	- Facilité d'extraction du dioxygène
Pas de diffusion des ions NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> possible	- Stockage de l'urine, et concentration en une substance plus aisément concentrable (ici l'urée)
Milieu thermiquement fluctuant (jour/nuit et saisons)	- Protection tégumentaire (dont pilosité) - Thermorégulation - Adaptations comportementales

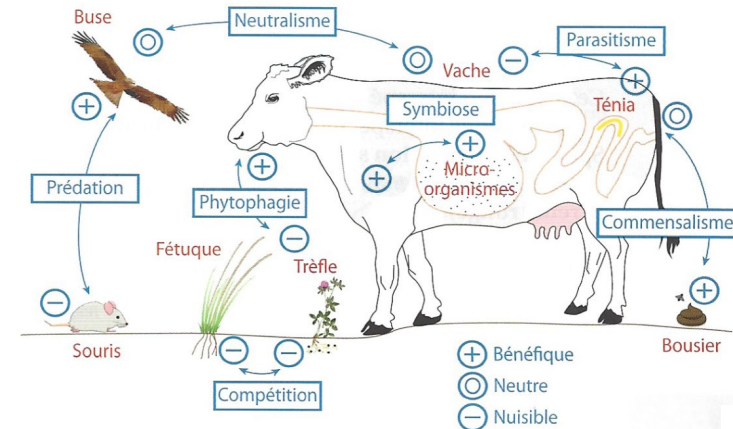
### 3. Des relations avec les congénères de la même espèce : les relations intraspécifiques

- Le grégarisme et la socialité
- Communication et reconnaissance
- Dominance, soumission ; leadership
- Le soin et l'alimentation des jeunes (veaux)
- Des comportements sexuels

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

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

PARTENAIRE A	Partenaire B	Type d'interaction
+	+	mutualisme
+	-	parasitisme (ou prédation, si mort s'ensuit)
+	0	commensalisme
0	-	amensalisme
0	0	neutralisme
-	-	antagonisme (dont compétition)

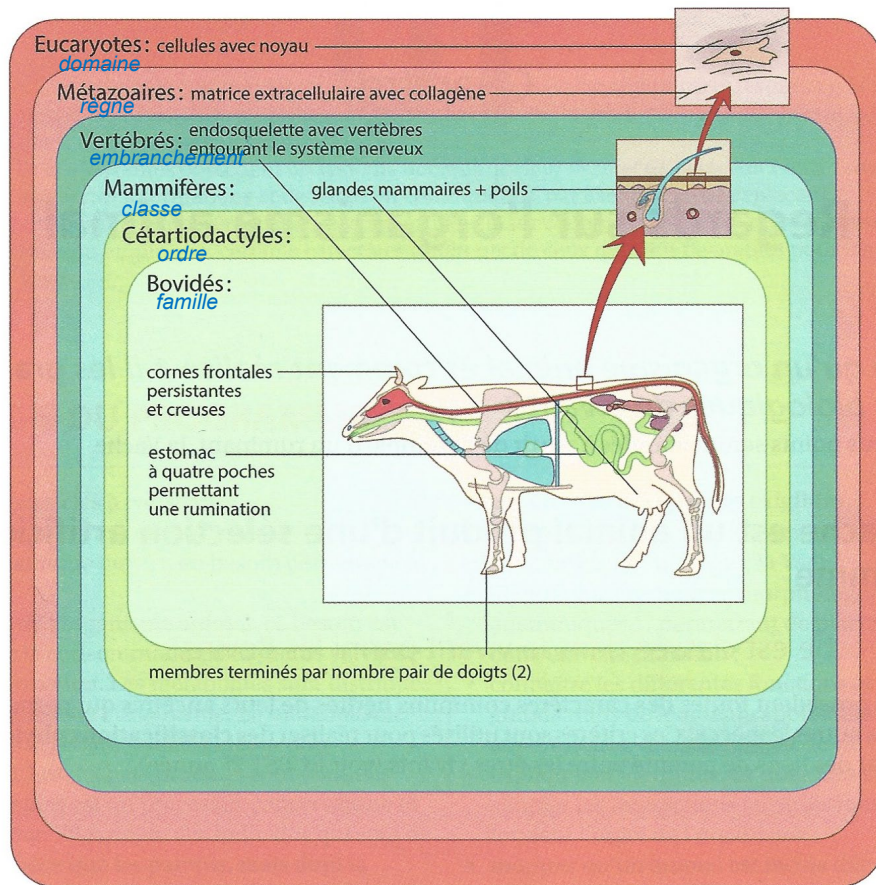


▲ FIGURE 2. Quelques relations interspécifiques dans la prairie. D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017).

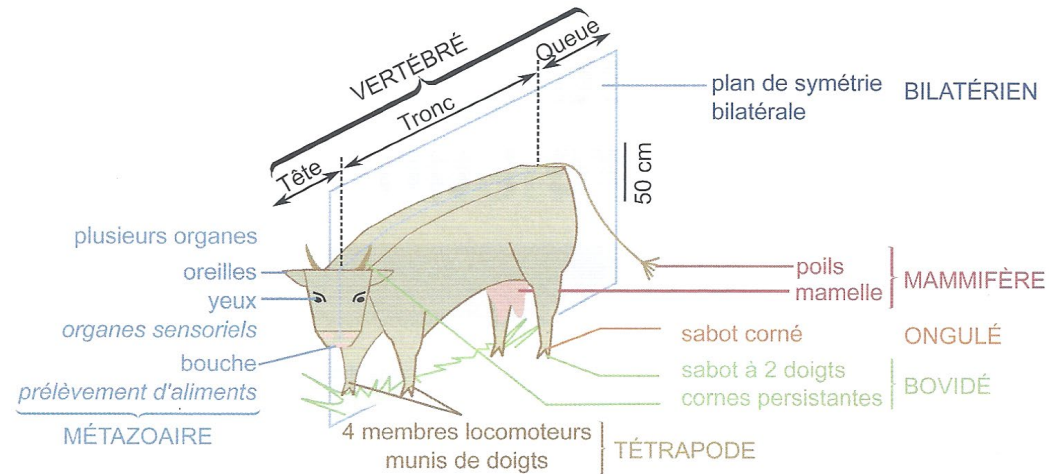
### D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique)

#### 1. Une espèce dans la classification





▲ **FIGURE 3. Éléments de classification de la Vache.**  
D'après DAUTEL *et al.* (2017). Proposition de *ranking* ajoutée.



Des caractères morphologiques pour établir la position systématique de la vache.

CARACTÈRES ANATOMIQUES	POSITION SYSTÉMATIQUE
Plusieurs organes → organisme pluricellulaire Appareil digestif → animal	MÉTAZOIRE <i>Règne</i>
Crâne + colonne vertébrale Appareil circulatoire clos Tube digestif en trois parties : œsophage, estomac et intestin Foie et pancréas distincts	VERTÉBRÉ <i>Embranchement</i>
Quatre pattes, membres locomoteurs de type chiroïdien	TÉTRAPODE <i>Superclasse</i>
Glandes mammaires produisant du lait	MAMMIFÈRE <i>Classe</i>
Chez la femelle : utérus = organe de la gestation	EUTHÉRIEN <i>Sous-classe</i>
Estomac (caillotte) et trois « pré-estomacs » (dont la panse)	RUMINANT <i>Sous-ordre</i>
Pas de canines, pas d'incisives supérieures	BOVIDÉ <i>Famille</i>

Des caractères anatomiques pour établir la position systématique de la vache.

Organes des fonctions de nutrition en rose ; fonctions de reproduction en violet et fonctions de relation en orange .

▲ **FIGURE 3bis. Éléments de classification de la Vache : une autre présentation.**  
D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021). Proposition de *ranking* ajoutée.

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

### La vache française en quelques chiffres

- 46 races de vaches sont reconnues en France (arrêté n°AGRP0761512A du 26 juillet 2007, modifié le 22 décembre 2011), 85 % du cheptel français est représenté par 5 races (Prim'Holstein, Charolais, Normande, Montbéliarde, Limousine).
- 18 millions d'individus élevés en France constituent le plus grand cheptel d'Europe.
- Selon les races, une vache adulte pèse entre 400 et 1 100 kg, un taureau pèse entre 600 et 1700 kg. Un veau pèse environ 40 kg à la naissance.
- Une vache laitière produit en moyenne 18 à 25 litres de lait par jour, et même jusqu'à plus de 40 litres pour les meilleures laitières. La France est le 1<sup>er</sup> pays laitier d'Europe.

D'après SEGARRA *et al.* (2014)



▲ FIGURE 4. Quelques races de Vaches.

<https://agronomie.info/fr/differents-races-bovines-a-viande/> (consultation juin 2019)

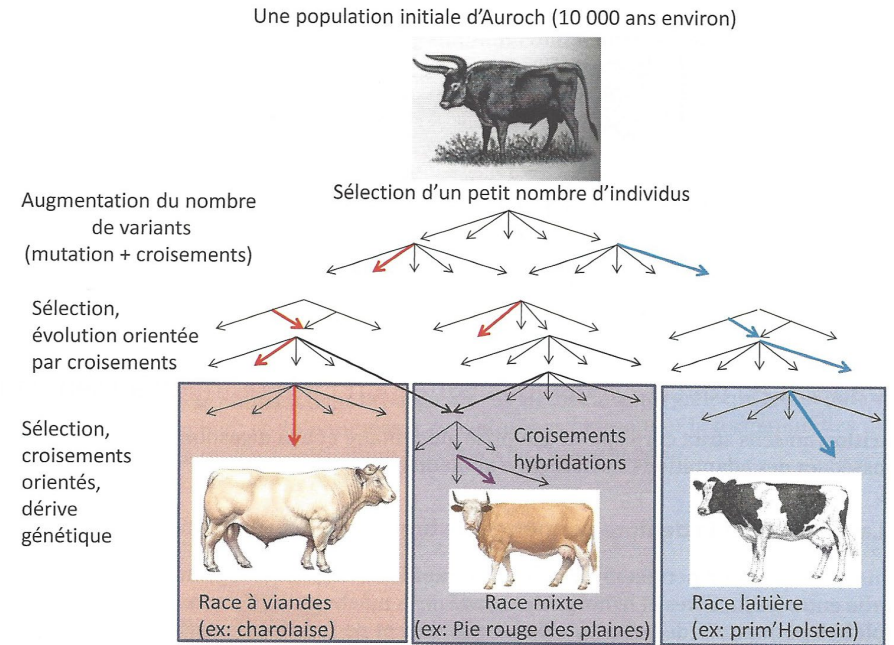
## E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique)

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

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

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

#### c. Une domestication impliquant l'espèce domestiquée (Bovin) et l'espèce domesticante (Homme)



▲ FIGURE 5. Le principe de la domestication et de la sélection chez la Vache.

D'après DAUTEL *et al.* (2017).

## 2. La Vache, animal 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)



✓ **TABLEAU II bis. La domestication et ses conséquences sur les deux espèces impliquées.**  
D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021)

Impacts de la domestication sur l'espèce <i>Bos taurus</i>	
Sur les fonctions de relation	Sélection sur le comportement (docilité) (Diminution de la taille) Diminution de la vitesse de course Diminution de l'espace disponible, dont la nature change (stabilisation) Protection vis-à-vis de conditions du milieu défavorables, vis-à-vis de prédateurs, d'organismes pathogènes Relations intraspécifiques modifiées : troupeau constitué par l'éleveur
Sur les fonctions de nutrition	Modification de l'accès aux ressources alimentaires : distribution de la ration à heure fixe, pas de recherche nécessaire Ration adaptée à l'état physiologique de l'animal
Sur les fonctions de reproduction En élevage laitier	Interactions mâles/femelles souvent absentes (insémination artificielle) Interactions mère/veau réduites Augmentation de la prolificité, de l'efficacité de la reproduction Traite à heure fixe, matin et soir
Impacts de la domestication sur l'espèce humaine	
À l'échelle de l'individu	Mode de vie de l'éleveur rythmé par les soins à apporter à son troupeau
À l'échelle des collectivités locales	Aménagement du territoire lié à l'élevage Mise en valeur d'écosystèmes peu propices aux autres productions (alpages) Entretien d'écosystèmes ( <i>Bos taurus</i> est une espèce architecte et une espèce clé de voûte de l'écosystème prairial (voir chapitre J-2))
À l'échelle des populations humaines	Diversification des ressources alimentaires : viande, lait Adaptation à la consommation de produits laitiers : conservation à l'âge adulte d'enzyme ( $\beta$ -galactosidase) nécessaire à la digestion du lactose du lait Transmission par le bétail de maladies infectieuses (tuberculose, rougeole...)
À l'échelle de la biosphère	Contribution à la préservation de la biodiversité dans les zones d'élevage Production de méthane, gaz à effet de serre (60 % des gaz à effet de serre sont produits par l'agriculture soit 10,4 % des émissions totales en France)

**Bilan (adapté du programme)**

- ✓ Les **vaches** appartiennent au groupe des **Métazoaires** et à la famille des **Bovidés**.
- ✓ **Les différents appareils de l'organisme sont reliés aux fonctions de nutrition, reproduction et relation.** Certaines de leurs **caractéristiques** sont liées au **milieu de vie**.
- ✓ L'organisme est en **interaction** avec son **environnement biotique et abiotique**.
- ✓ La **vache** est incluse dans différents **systèmes de relations intraspécifiques et interspécifiques** (dont les **relations avec l'être humain** responsable de la **domestication** des animaux d'élevage).

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

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<sub>2</sub>]

### Capacités exigibles

- ✓ **Construire** un schéma fonctionnel synthétique des appareils impliqués dans la fonction de nutrition.
- ✓ **Argumenter** la complémentarité et la coopération fonctionnelle des différents appareils.
- ✓ **Mettre en relation** l'organisation structurale et fonctionnelle de différents appareils et l'adaptation au milieu aérien.

### 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

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

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

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

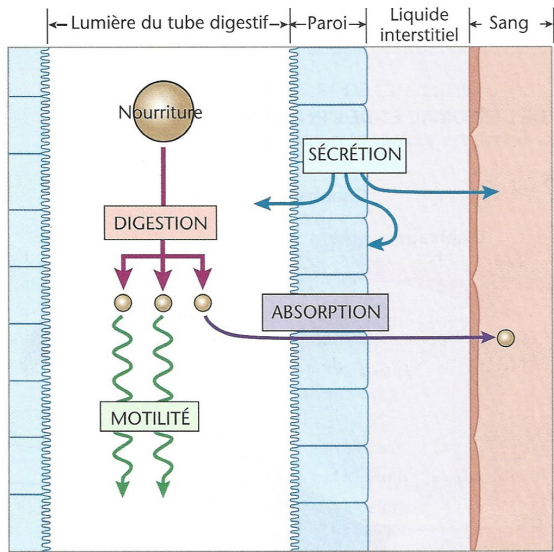
#### 1. Quelques concepts préliminaires

##### a. La notion d'aliment et de nutriment

##### b. Des aliments aux nutriments : la digestion

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



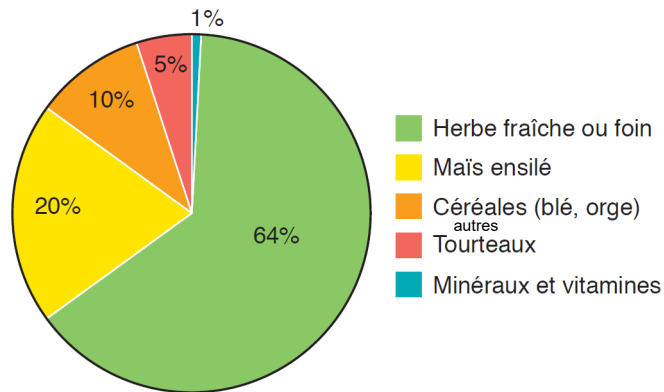


▲ FIGURE 6. Processus fondamentaux dans le tube digestif. D'après SILVERTHORN *et al.* (2007).

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

### 2. Le point de départ : une alimentation végétale

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



▲ 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

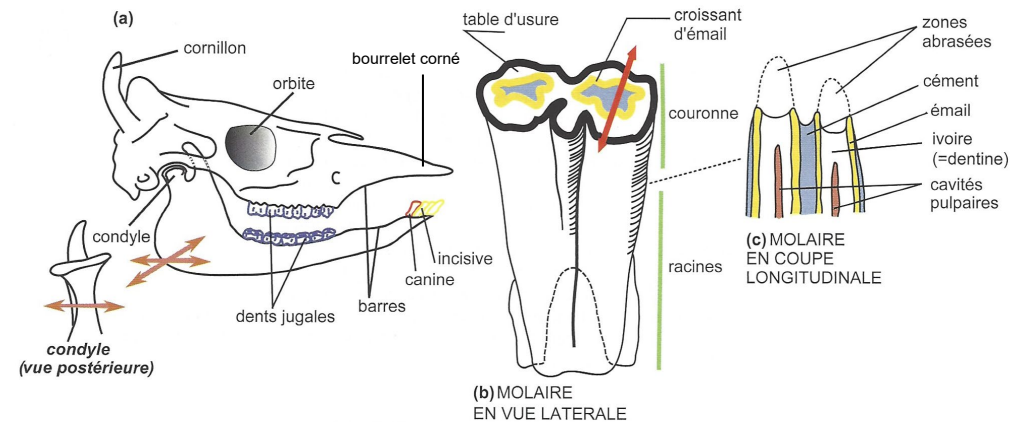
▼ TABLEAU III. Les besoins alimentaires de la Vache et leur satisfaction. D'après DENEÛD *et al.* (2013)

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 fraîches

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

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

##### a. Notions générales sur la mâchoire et la dentition des Mammifères



(a) Squelette céphalique (les flèches indiquent le sens du mouvement). (b) et (c) Dent jugale : aspect général et coupe longitudinale (la double flèche indique le plan de coupe).

▲ FIGURE 8. Organisation du crâne et de la denture de la Vache. D'après PEYCRU *et al.* (2013)

Pour information

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

## Encadré B La structure d'une dent de Mammifère

Pour information ?

- Les dents sont des **structures osseuses** qui **s'ancrent profondément** dans la **mâchoire** au niveau des **gencives**, ce qui permet leur maintien malgré les **fortes pressions** exercées contre les aliments. La **couronne** est la **partie extra-gingivale** alors que la **racine** est la **partie intra-gingivale** (figure 8).
- Une **dent typique** comprend les **couches suivantes** (de la plus externe à la plus interne) :
  - L'**émail**, **tissu osseux** dont la **matrice est minéralisée à 97 %**.
  - La **dentine** (= « ivoire »), **tissu osseux minéralisé à 70 %** (mais contenant aussi du collagène). On y trouve de **petits canalicules**.
  - Le **cément**, de composition **proche de la dentine** mais **sans canalicules**.
  - La **cavité dentaire** (ou parfois **cavum de la dent**) ou **pulpe** qui **comprend de nombreux vaisseaux et des terminaisons nerveuses**.

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

## Encadré C Quelques dentitions de Mammifères

Pour information – hors programme

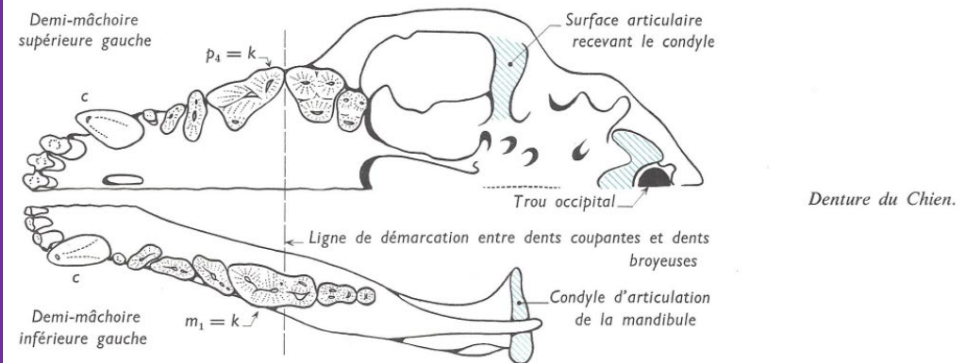
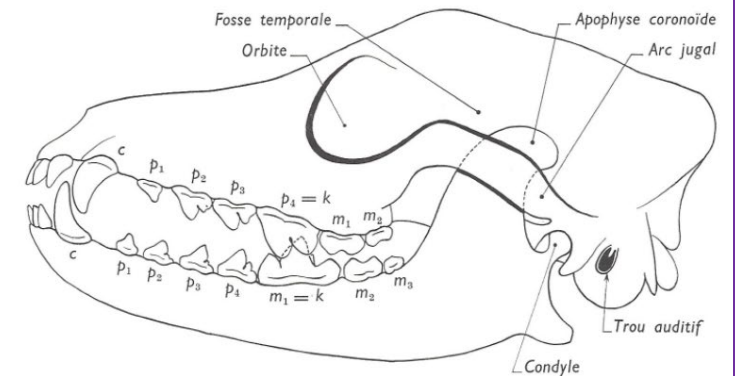
- Les **régimes alimentaires des Mammifères** sont variés et on note des **adaptations** au niveau de la **dentition** :
  - **Espèces plutôt carnassières et chasseuses** (qui sont en réalité souvent assez **omnivores** dans les faits) : **canines** transformées en **crocs**, denture de type plutôt **sécodonte** (= **présence de prémolaires voire de molaires tranchantes**). Exemples : Carnivores (Chien, Lion...), 'insectivores' (Taupe...).
  - **Espèces omnivores** : mâchoires avec **dents plutôt nombreuses**, denture de type **bunodonte** (= **prémolaires et molaires présentant des tubercules arrondis**).
  - **Espèces phytophages** : mâchoires avec **dents assez peu nombreuses**, denture pouvant être de type **sélénodonte** (= **prémolaires et molaires présentant, sous l'effet de l'usure, des lobes en forme de croissant transversal**) (surtout chez les **Ruminants**, favorise le **broyage des herbacées**).

Rappel : une formule dentaire indique le nombre de chaque type de dents dans une demi-mâchoire supérieure et une demi-mâchoire inférieure.

### Denture du Chien (espèce plutôt carnassière)

Figure d'après VINCENT (1962)

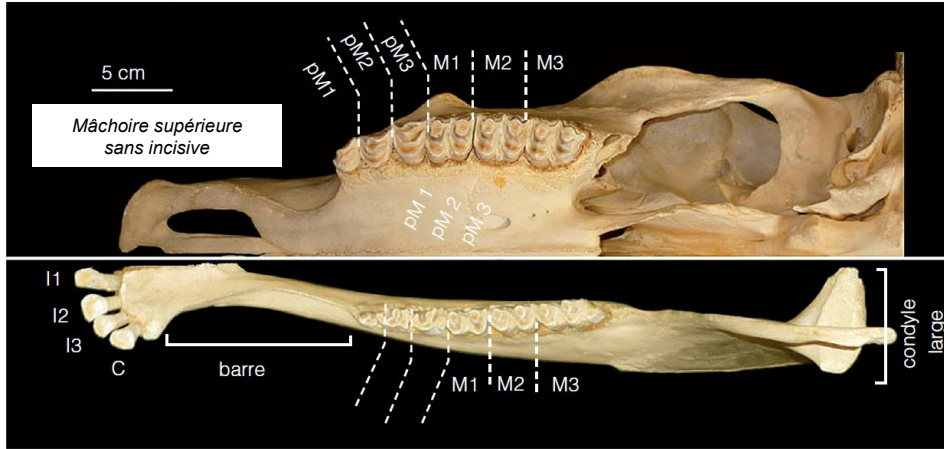
Tête osseuse du Chien.



### Denture de la Vache (espèce herbivore)

Figure d'après SEGARRA et al. (2014)

Demi-mâchoire supérieure gauche, vue par la face ventrale

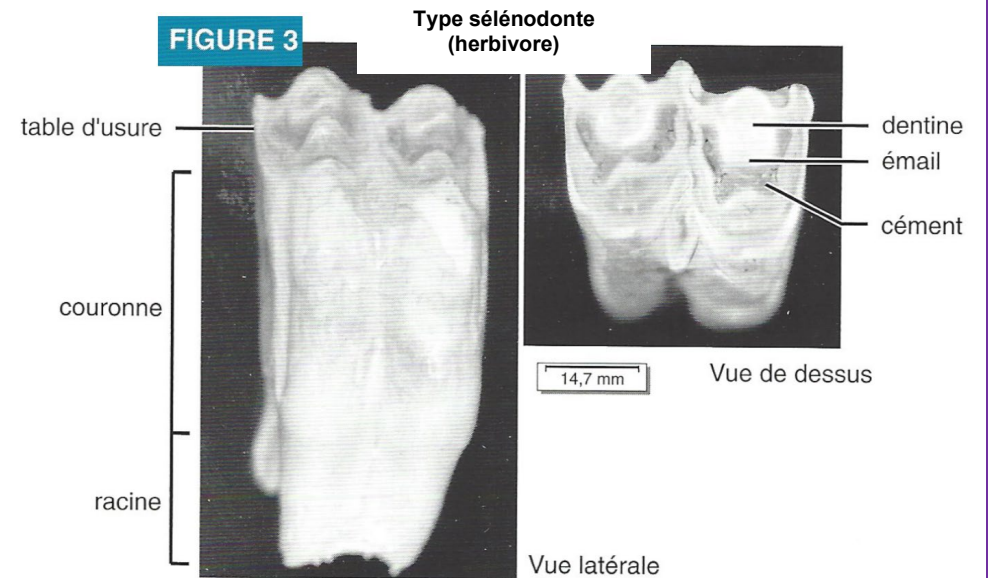
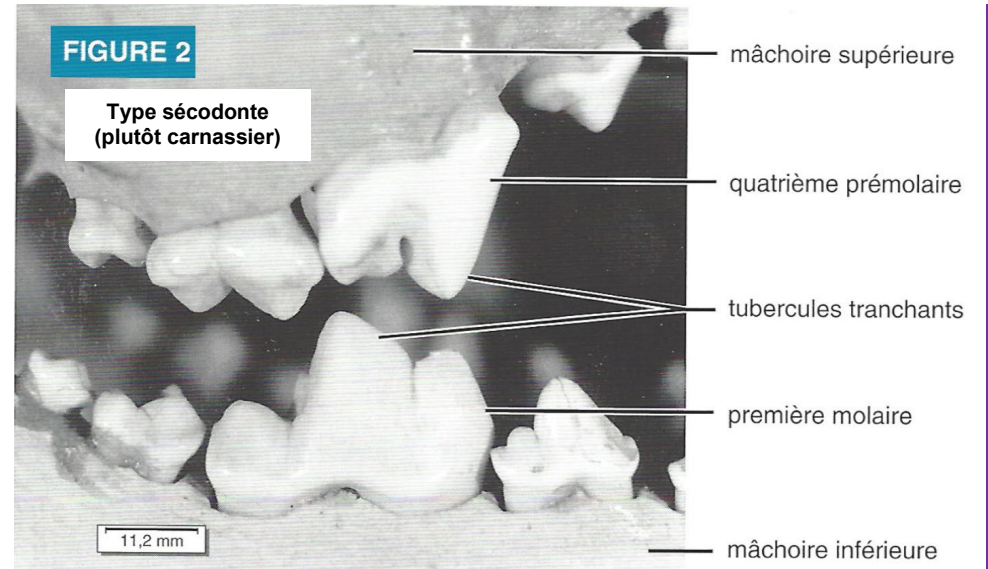
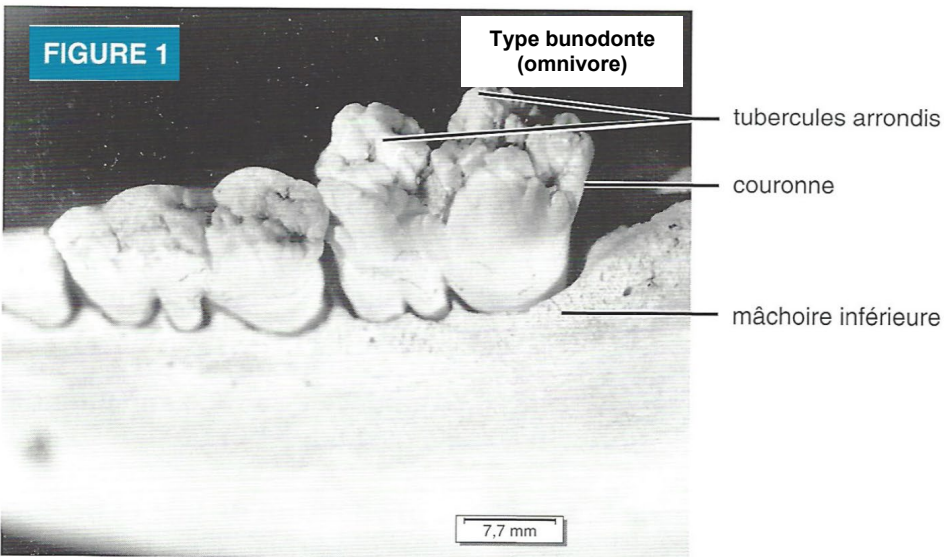


Demi-mâchoire inférieure gauche, vue par la face dorsale

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

**Denture de types bunodonte, sécodonte, sélénodonte**

Figure d'après HEUSSER & DUPUY (2015)





La cavité buccale des Mammifères, comme celle de la plupart des Gnathostomes, est associée à des dents, portées par les mâchoires inférieure et supérieure (fiche 32). Ce sont des structures dures et minéralisées, implantées par une racine et comprenant une partie libre, la couronne. Elles sont constituées de dentine (ivoire) produite par des odontoblastes, associée à de l'émail sécrété par des adamantoblastes, et de cément.

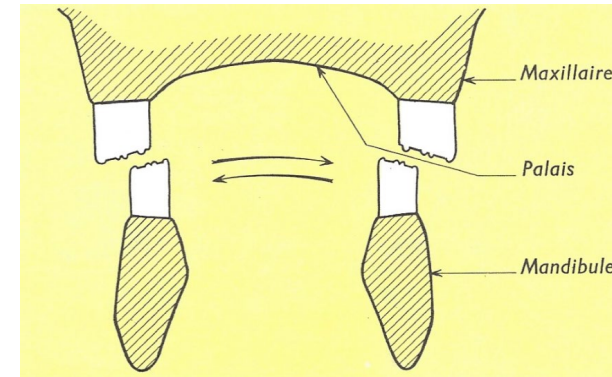
Selon leur place dans la cavité buccale et leur morphologie, plusieurs catégories de dents sont distinguées. Les dents labiales sont situées en arrière des lèvres et possèdent une couronne simple ainsi qu'une racine unique. Elles sont représentées par les incisives à couronne conique ou aplatie, et les canines à couronne conique.

Les dents jugales sont localisées en arrière de la joue ; elles présentent une couronne complexe portant de multiples tubercules et souvent plusieurs racines. Elles correspondent aux prémolaires antérieures et aux molaires postérieures.

**Figure 1. Les dents jugales bunodontes du Porc : des dents adaptées à la mastication d'aliments variés (vue externe)** Le Porc est un Mammifère omnivore. Il possède des dents jugales à couronne basse, mamelonnée et portant de multiples tubercules arrondis. Leurs racines sont courtes et fermées, leur croissance est limitée et qualifiée de brachyodonte. Elles permettent un broyage des aliments, grâce à des mouvements verticaux des mâchoires. Les prémolaires et molaires sont associées à des incisives et des canines, cette denture complète est peu spécialisée, adaptée à un régime alimentaire diversifié.

**Figure 2. Les dents jugales sécodontes du Chien : des dents adaptées au tranchage d'aliments carnés (vue externe)** Le Chien est un Mammifère carnivore. De même que le Porc, il possède des dents jugales à couronne basse, à racine courte et fermée, à croissance brachyodonte. Elles portent des tubercules aigus, aux arêtes tranchantes. Les plus grosses d'entre elles (première molaire inférieure et quatrième prémolaire supérieure) sont appelées carnassières. Elles coupent les aliments grâce aux mouvements verticaux des mâchoires. La carnassière inférieure est également pourvue d'une région broyeuse. Ces dents jugales sont associées à des incisives petites et tranchantes, et des canines transformées en crocs impliqués notamment dans la capture des proies. Cette denture est adaptée à la capture de la nourriture et sa section.

**Figure 3. Les dents jugales sélénodontes de la Vache : des dents adaptées au broyage de végétaux (vue externe)** La Vache est un Mammifère herbivore. Elle possède des dents jugales à couronne haute, racine longue et croissance prolongée, qualifiée d'hypsodonte. Les mouvements des mâchoires sont principalement transversaux bien que leurs articulations autorisent des déplacements en tous sens. Au niveau de chaque tubercule des dents jugales apparaît un îlot en forme de croissant. Il est composé de dentine entourée d'une crête d'émail et résulte d'une abrasion permanente liée au broyage de la nourriture végétale. La surface de ces dents est en conséquence décrite comme une table d'usure. La mâchoire inférieure porte en outre des incisives et canines inclinées vers l'avant et tranchantes. Elles permettent de couper l'herbe, en relation avec le bourrelet corné présent sur la mâchoire supérieure et la langue.



▲ FIGURE 9. **Mouvements latéraux des mâchoires (vue en coupe frontale schématique).**  
D'après VINCENT (1962)

Quelques formules dentaires	
▪ Homme : 2.1.2.3/2.1.2.3 = $\frac{2.1.2.3}{2.1.2.3} = \frac{I2 C1 PM2 M3}{I2 C1 PM2 M3} = \frac{\text{demi-mâchoire supérieure}}{\text{demi-mâchoire inférieure}}$	
▪ Vache : 0.0.3.3/3.1.3.3	
▪ Souris : 1.0.1.2/1.0.1.2 [revoir TP Souris ... et tous les auteurs n'ont pas la même interprétation...]	
▪ Chien : 3.1.4.2/3.1.4.3	

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

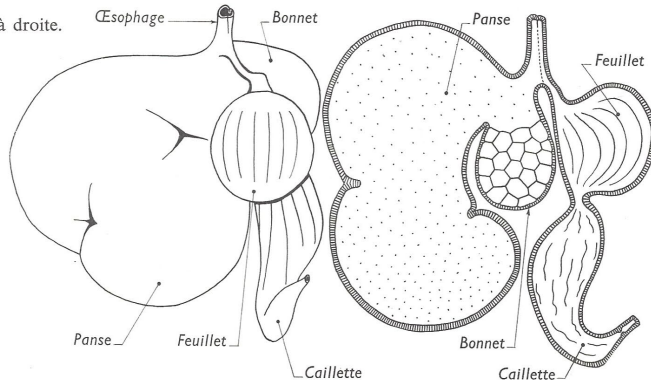
**c. Au niveau pharyngien : la déglutition**

**d. Vers la panse (= rumen) : l'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 d'un Ruminant.  
Vue d'ensemble à gauche, coupe à droite.



Aspect de l'épithélium des différentes cavités de « l'estomac » de la vache



Panse = Rumen



Bonnet = Réticulum



Feuillet = Omasum



Caillette = Abomasum

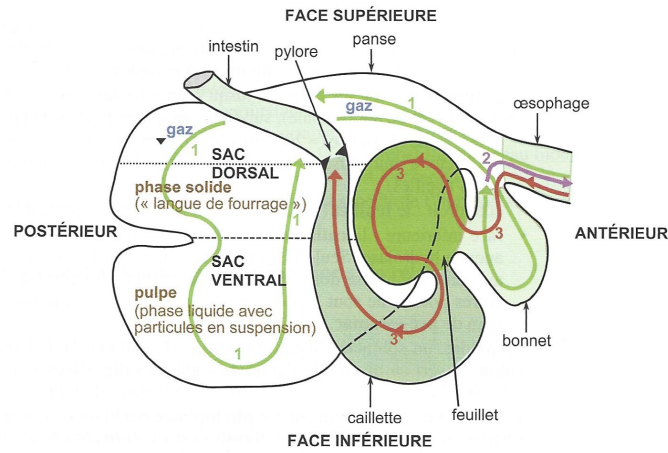
Ⓢ Sphincter : muscle lisse circulaire qui ferme un orifice quand il est contracté.

A. La panse ou rumen, de très grand volume (125 L), a un épithélium composé de papilles.  
B. Le bonnet ou réticulum a un épithélium à structure hexagonale en nids d'abeille formant un réseau.  
C. Le feuillet ou omasum, contient une centaine de lames en forme de feuilles. Les papilles de la paroi du rumen et les replis de la paroi du feuillet constituent de vastes surfaces d'échanges.  
D. L'épithélium de la caillette est le seul des quatre cavités à posséder des glandes digestives caractéristiques de l'estomac, sécrétant de l'acide chlorhydrique et du pepsinogène : seule la caillette est homologue d'un estomac de monogastrique. La caillette est fermée postérieurement par le sphincter du pylore.  
vivo.colostate.edu [http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivores/rumen\_anat.html]

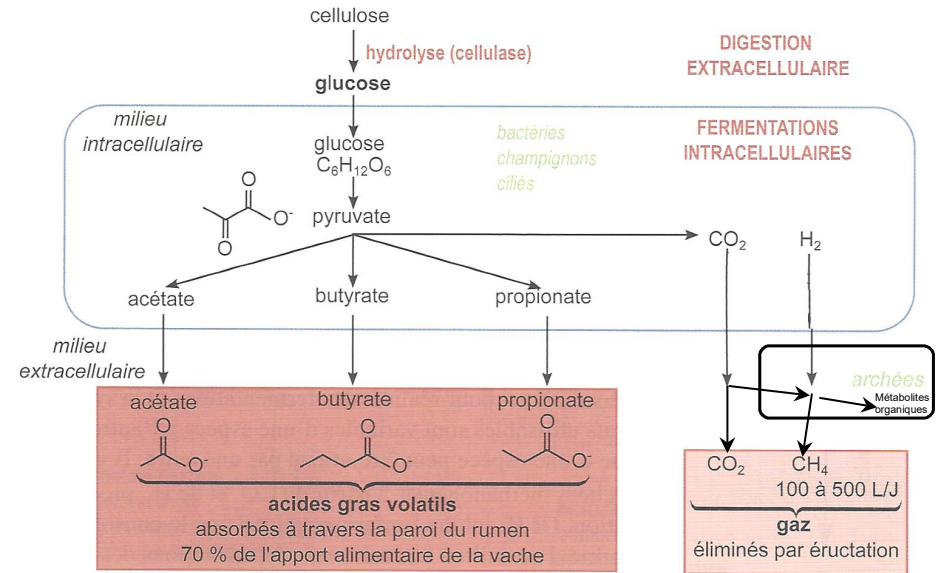
▲ FIGURE 10. Organisation de l'estomac (sens large) d'une Vache.  
D'après VINCENT (1962) et SEGARRA *et al.* (2014)

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

Segments du tube digestif		Proportions relatives en % du volume total	Fonction	Substances absorbées	
Partie antérieure du tube digestif	Cavité buccale		• Broyage des aliments • Sécrétion d'urée		
	Œsophage		• Déglutition, • régurgitation		
	« Estomac »	Panse = Rumen	71 %	• Digestion par l'activité des micro-organismes • Brassage • Érucation • Absorption	Acides gras volatils
		Bonnet = Réticulum			
		Feuillet = Omasum			
Caillette = Abomasum	• Digestion par hydrolases gastriques				
Partie postérieure du tube digestif	Intestin grêle	18 %	• Digestion par hydrolases pancréatiques et intestinales • Absorption	Eau, oses, acides aminés, acides gras, nucléotides	
	Gros intestin	Cæcum	3 %	• Digestion par l'activité des micro-organismes • Absorption	Acides gras volatils
		Colon	8 %	• Absorption	Eau, ions minéraux
		Rectum		• Stockage des fèces	



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.

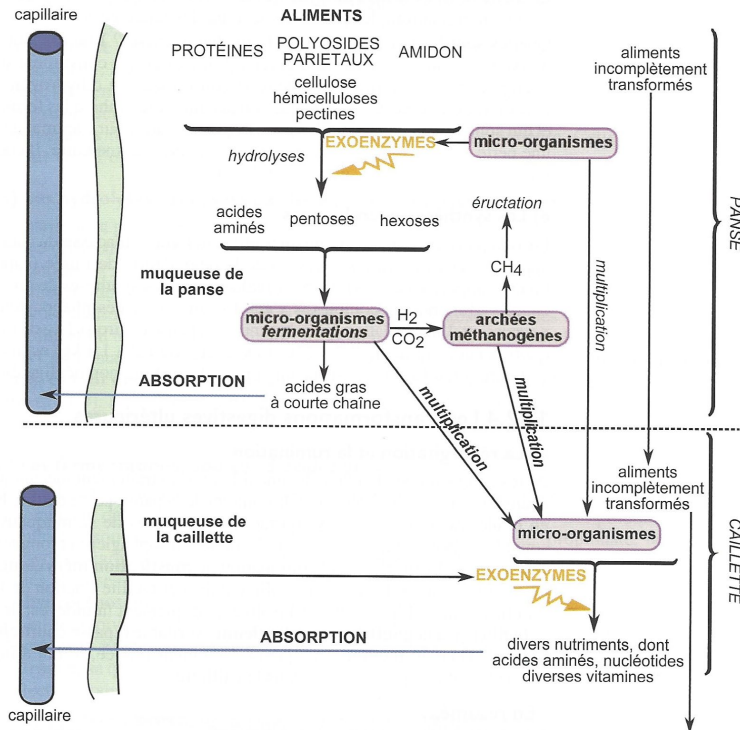


Transformations chimiques de la cellulose par le microbiote ruminal.

▲ FIGURE 11 bis. **Focus : transformation chimique de la cellulose par le microbiote ruminal.** D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021), modifié / réorganisé.

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

- Une arrivée quasi-immédiate après la manducation suivie d'un long séjour (stockage et brassage mécanique)
- Une poche très riche en micro-organismes qui produisent des hydrolases variées permettant la digestion chimique des matières végétales



Digestion des aliments et absorption des nutriments.

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



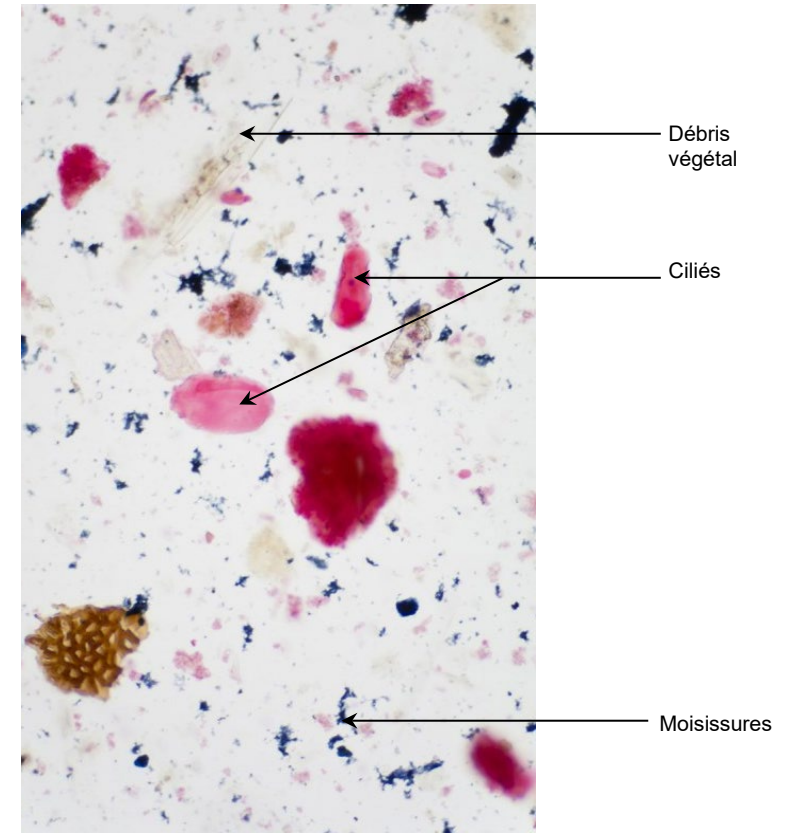
▼ **TABLEAU V. Les micro-organismes du rumen et leur rôle [pour information].**  
D'après SEGARRA *et al.* (2014).

	Abondance	Quelques espèces	Molécules hydrolysées
Flora microbienne du rumen	10 <sup>9</sup> à 10 <sup>10</sup> /mL de jus de rumen	<i>Bacteroides succinogenes</i> <i>Ruminococcus albus</i> <i>Ruminococcus flavefaciens</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Cellulose
	1 kg de bactéries chez un bovin	<i>Bacteroides ruminicola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Bacteroides amylophilus</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Bacteroides ruminicola</i>	Hémi-celluloses Protéines
Ciliés	10 <sup>4</sup> à 10 <sup>6</sup> /mL de jus de rumen 2 kg de ciliés chez un bovin	Entodiniomorphes	Glucides, certaines espèces sont cellulolytiques Protéines Lipides (galactolipides)
Champignons (moisissures)	10 <sup>4</sup> /mL de jus de rumen		Fibres indigestibles par les autres micro-organismes

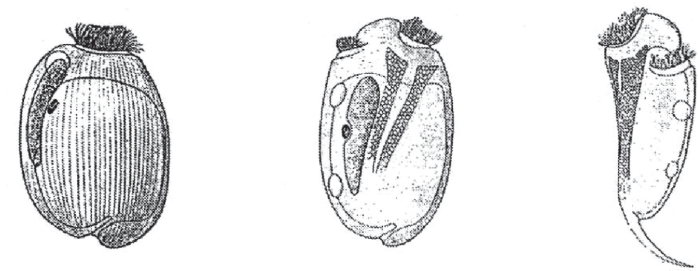
- ⊕ Bactéries : cellules procaryotes, sans noyau
- ⊕ Ciliés : eucaryotes unicellulaires caractérisés par la présence, à leur surface, de nombreux cils vibratiles.
- ⊕ Champignons : cellules eucaryotes hétérotrophes dotées d'une paroi de chitine.

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

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



**Vue d'ensemble de jus de rumen (MO)** / © Laboratoires Nublac.



*Entodinium longinucleatum*    *Diplodinium multivesiculum*    *Epidinium ecaudatum*

**Quelques Ciliés du rumen** / D'après SEGARRA *et al.* (2014)

▲ **FIGURE 12. Composition du jus de rumen.** [pour information ?]

▼ **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)

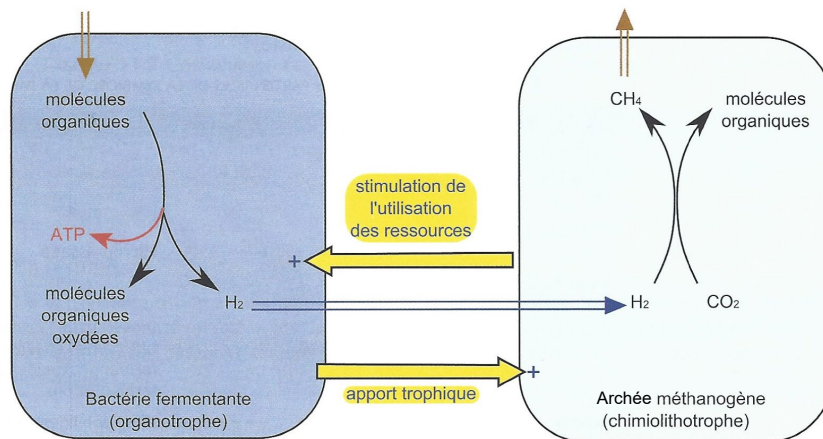
APPORTS DES PARTENAIRES DE LA SYMBIOSE DE LA PANSE DES RUMINANTS.

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 <sub>3</sub> ; synthèse de protéines des micro-organismes et de vitamines
	NH <sub>3</sub> , 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.

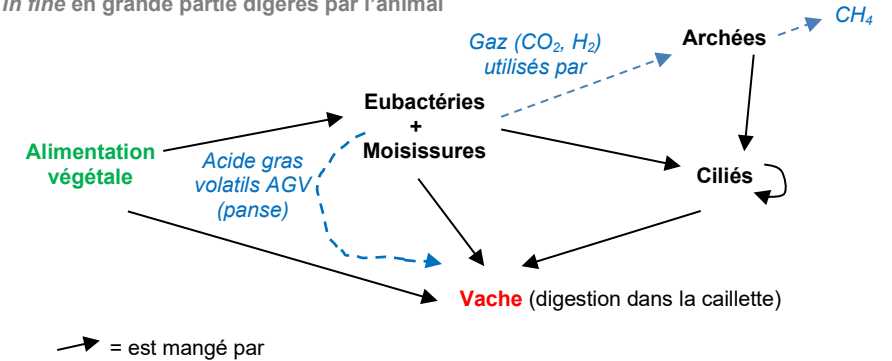
ε. Une méthanogenèse assurée par des Archées à l'origine des éructations libératrices de méthane dans l'atmosphère



Syntrophie entre les archées méthanogènes et les micro-organismes fermentaires.

▲ **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.**

c. La Vache, un holobionte hébergeant un microbiote

5. Les événements digestifs ultérieurs

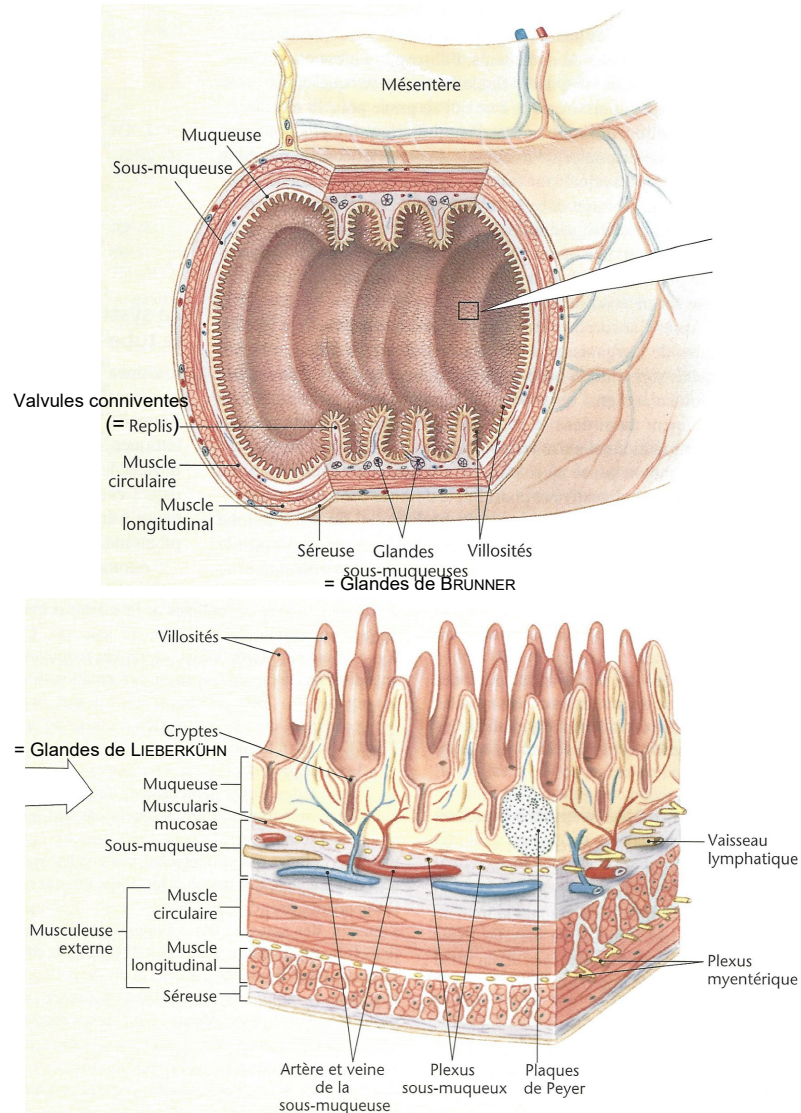
a. La régurgitation et la rumination dans la cavité buccale

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

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

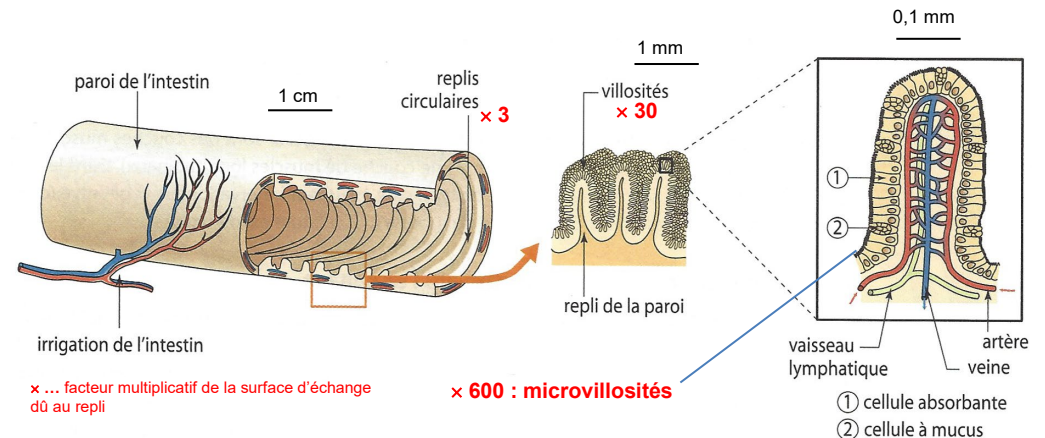




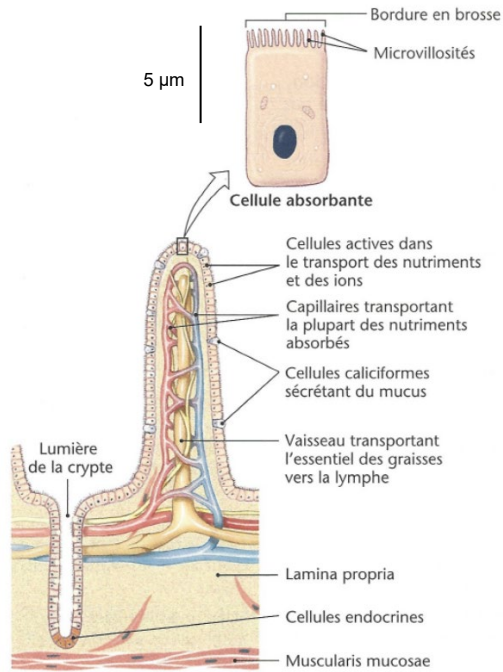
▲ FIGURE 15. Organisation la paroi de l'intestin grêle. D'après SILVERTHORN *et al.* (2007).

**L'intestin grêle : particularités histologiques de la paroi et principales relations structure-fonction [pour information]**  
 Voir figure 15

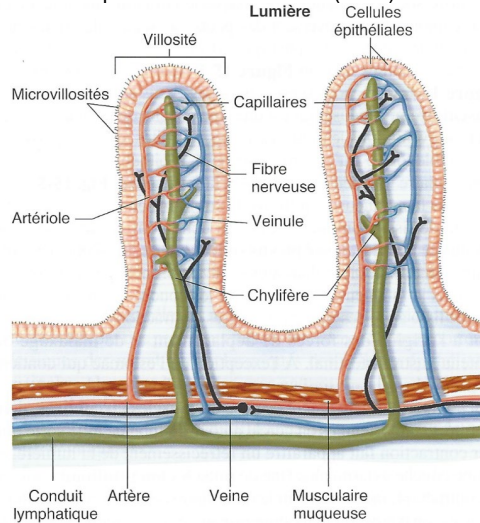
**MUQUEUSE**  
 La muqueuse et la sous-muqueuse forment de nombreux replis circulaires qu'on appelle **valvules conniventes** (ou **valvules de KERCKRING**). La muqueuse est de plus **repliée à un niveau supplémentaire plus fin**, ce qui forme des **villosités**. Et, au sein de l'épithélium, les **entérocytes** présentent eux-mêmes des **replis microscopiques du côté de la lumière** qu'on appelle **microvillosités**. On appelle **bordure en brosse** cette **ornementation en microvillosités des membranes d'entérocytes**.  
 >>> **Très importante surface d'échange** (env. 200-250 m<sup>2</sup> = taille d'un terrain de tennis si on dépliait et si on étalait complètement cette surface).  
 ▪ **Épithélium unistratifié prismatique majoritairement constitué de cellules absorbantes** ou **entérocytes**, mais comprenant aussi des **cellules exocrines** (notamment des **cellules à mucus** qu'on peut appeler **cellules calciformes**) et **endocrines** (voire **paracrines**) d'apparence **plus cubique**, particulièrement concentrées au fond des **cryptes** ou **glandes de LIEBERKÜHN (glandes intestinales)**. Les sécrétions exocrines comprennent du **mucus intestinal** qui **aurait surtout un rôle immunitaire (en limitant l'adhésion des micro-organismes sur la paroi intestinale)** et quelques **enzymes** soit **secrétées dans la lumière, soit le plus souvent exprimées à la surface des cellules (au niveau de la membrane des microvillosités)**.  
 (On parle parfois de « **suc intestinal** » pour désigner les **sécrétions intestinales exocrines**).  
 ▪ **Lamina propria** riche en fins **vaisseaux sanguins** favorisant les échanges et notamment l'**absorption** ; présence aussi de **chylifères** (= **capillaires lymphatiques situés dans les villosités de l'intestin grêle**).  
 ▪ **Muscularis mucosae** (favorise l'évacuation des **sécrétions exocrines** jusqu'à la lumière).  
**SOUS-MUQUEUSE**  
 ▪ Dans le **duodénum** (surtout dans la **partie proximale** proche du **pylore**), la sous-muqueuse comprend des **glandes de BRUNNER** qui sont des **glandes acineuse (ou acino-tubuleuses) produisant un liquide aqueux riche en ions hydrogencarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> qui neutralise l'acidité de l'estomac et favorise l'établissement d'un pH proche de 7-8** (ce liquide est appelé le [ou la] **mucoïde alcalin[e]**).  
 Dans le **reste de l'intestin**, ces **glandes** sont **rares voire absentes**. La **sous-muqueuse** ne présente alors **rien de particulier**, si ce n'est son implication dans les **valvules conniventes**.  
**MUSCULEUSE**  
 ▪ Couche assurant le **péristaltisme** et la **segmentation du chyme**.  
**SÉREUSE**  
 ▪ **Tissu conjonctif + mésothélium**.



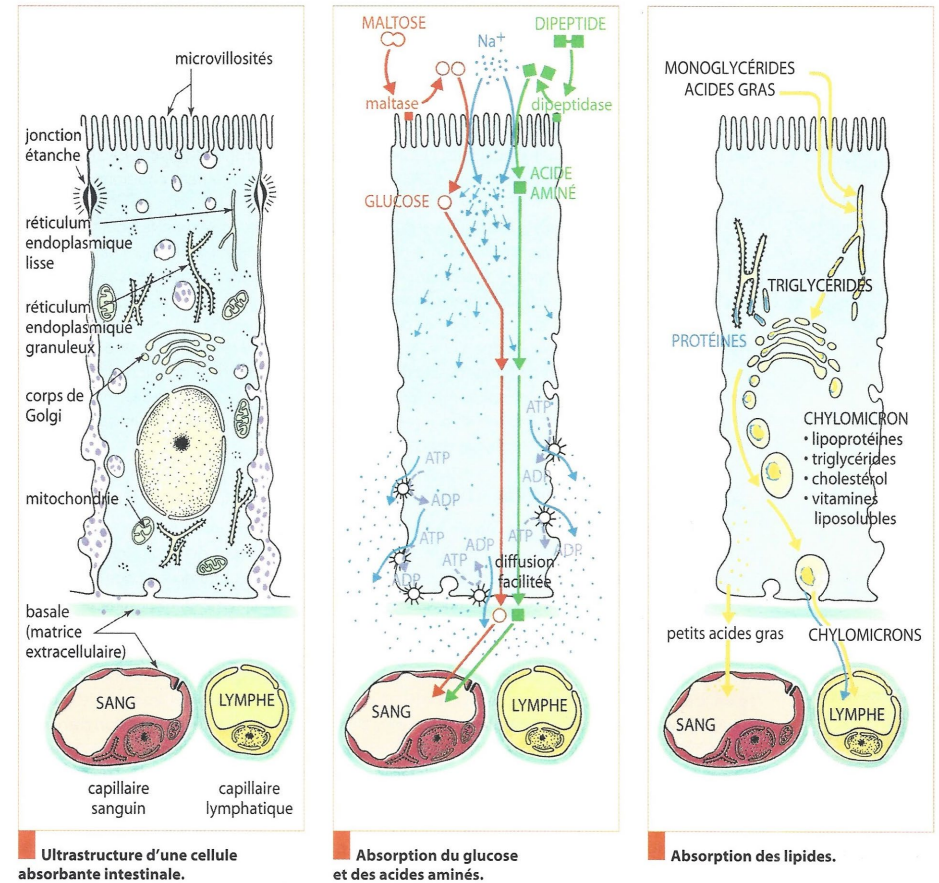
▲ FIGURE 16. Augmentation de la surface de la paroi de l'intestin grêle par trois niveaux de replis. D'après PÉRILLEUX *et al.* (2002).



▲ FIGURE 17. **Gros plan sur une villosité et une crypte de LIEBERKÜHN.**  
D'après SILVERTHORN *et al.* (2007).

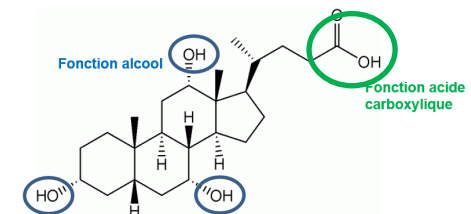


▲ FIGURE 18. **Vascularisation sanguine et lymphatique d'une villosité.**  
D'après VANDER *et al.* (2013).



▲ 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



▲ FIGURE 20. **Un exemple de sel biliaire : l'acide cholique (fonctions hydrophiles entourées).**  
D'après Wikipédia (consultation avril 2016).



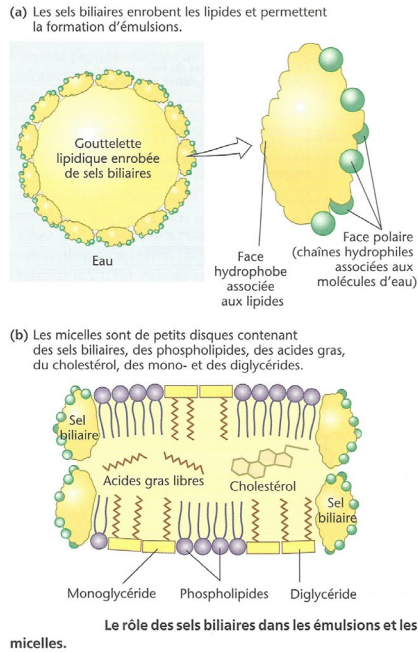
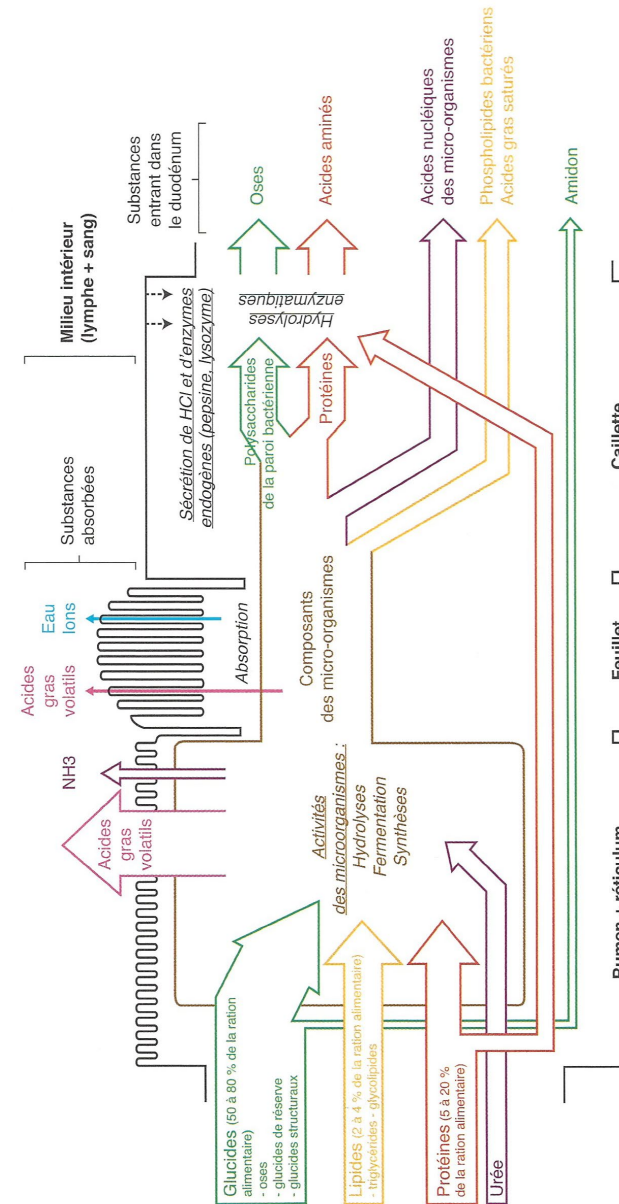


FIGURE 21. **L'émulsion des lipides par les sels biliaires.** D'après SILVERTHORN *et al.* (2007)

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

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

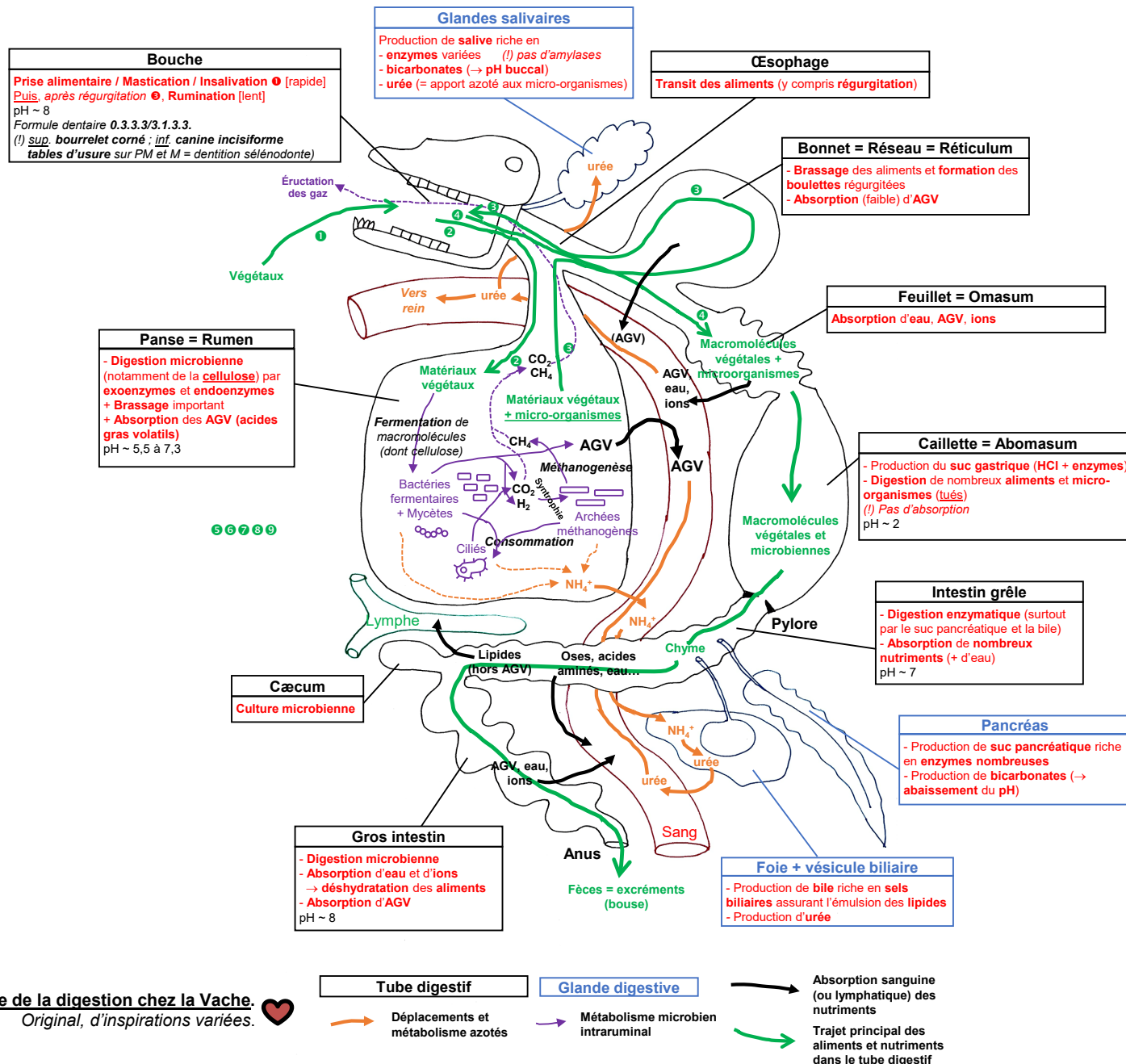
- Voir figures 22-25.




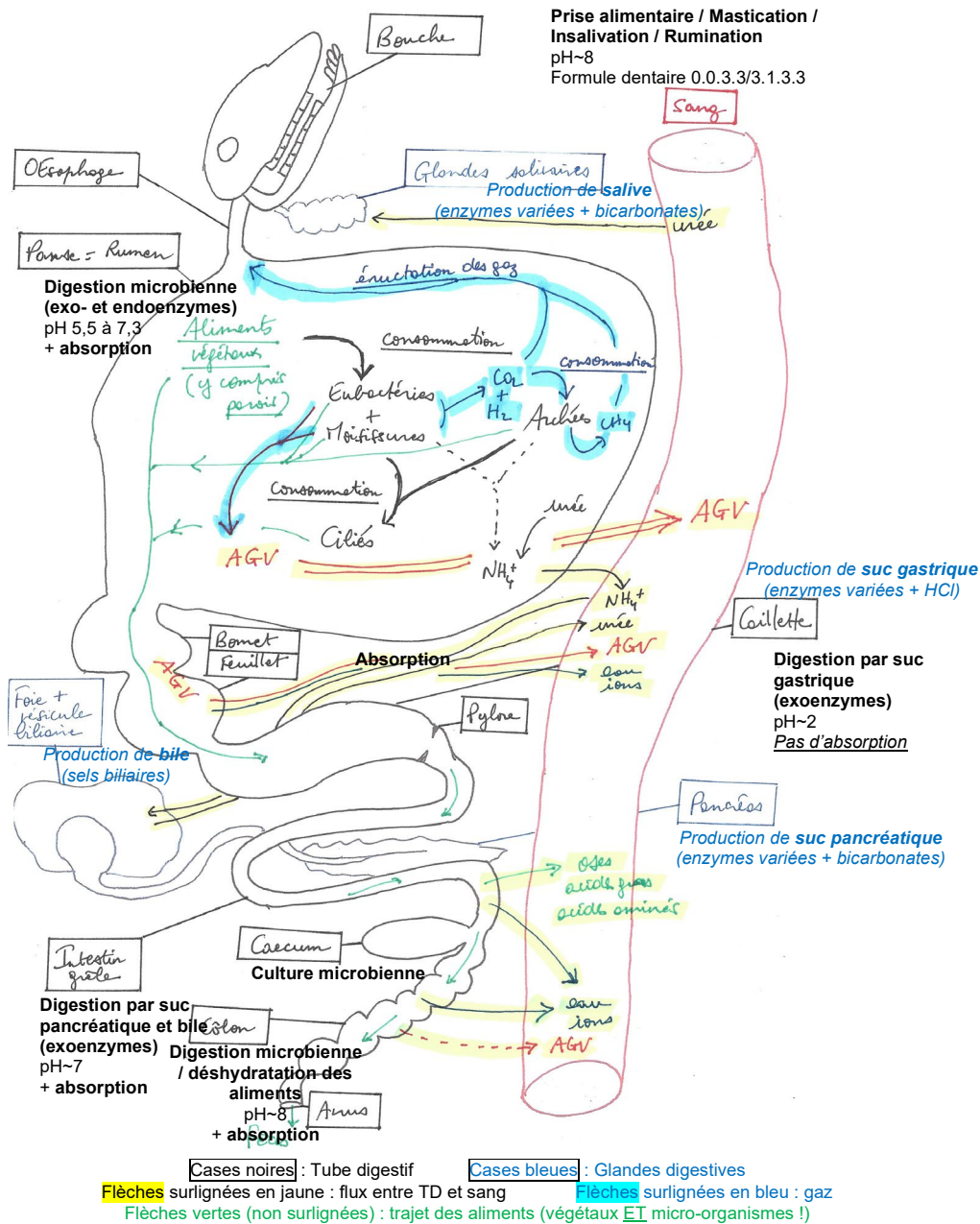
▲ FIGURE 22. **Synthèse sur la digestion chez les Ruminants.** D'après SEGARRA *et al.* (2014)







➤ FIGURE 25. Vue d'ensemble de la digestion chez la Vache.   
Original, d'inspirations variées.

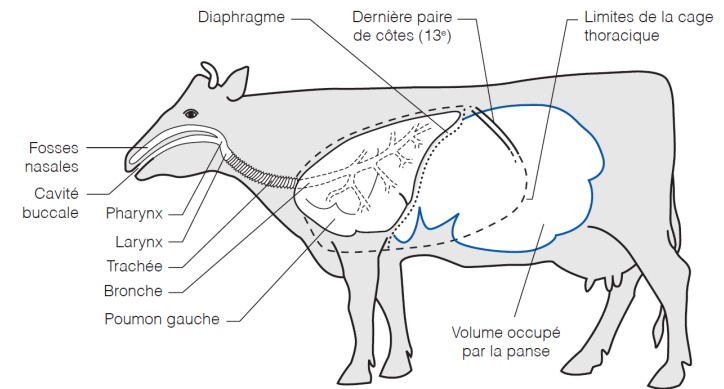


▲ FIGURE 25bis. **Vue d'ensemble de la digestion chez la Vache.** Original mais inspiré du précédent.

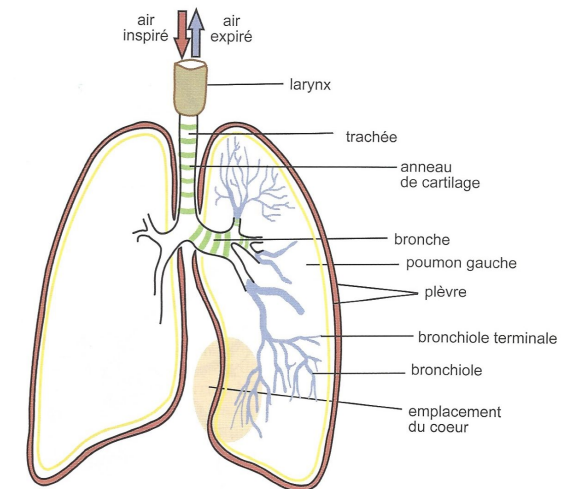
### C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire

Voir chapitre 3 (Respiration animale)

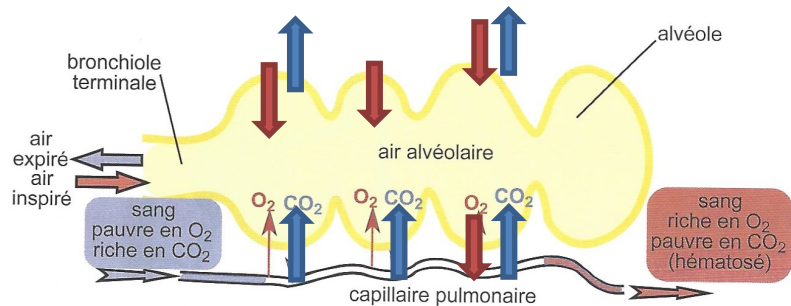
1. La fonction respiratoire : des échanges gazeux permettant la respiration cellulaire
2. Des échanges entre sang et environnement (poumons : respiration externe)
3. Le système respiratoire : des organes situés dans la cavité thoracique et réalisant la respiration externe



Les poumons sont réduits du fait de l'encombrement de la panse.



▲ FIGURE 26. **Localisation et organisation de l'appareil respiratoire de la Vache.** D'après SEGARRA et al. (2014) et PEYCRU et al. (2013)



▲ FIGURE 27. Réalisation des EGR. D'après PEYCRU et al. (2013), corrigé

▼ 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 <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	635
Surface alvéolaire totale (en m <sup>2</sup> )	316

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

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

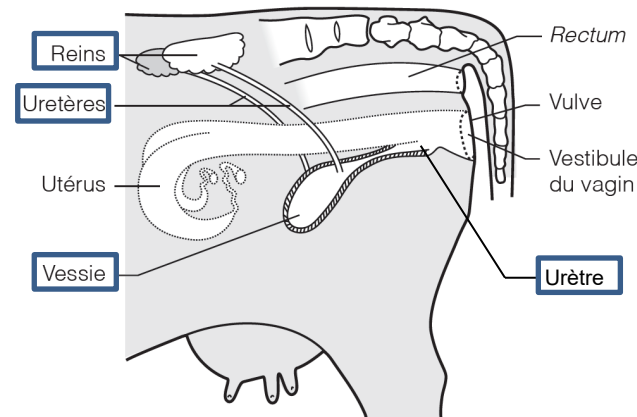
Caractéristiques du milieu	Conséquences sur les échangeurs respiratoires
<b>Faible portance du milieu</b> (La <i>poussée d'Archimède</i> exercée par l'air est <i>négligeable</i> par rapport au poids des organismes)	<b>Échangeurs invaginés (poumons, trachées) portés et protégés</b> par une cage thoracique (squelette).  Présence d' <b>anneaux cartilagineux</b> dans la trachée et les <b>grosses bronches</b> .
<b>Densité faible du milieu</b> (800 fois moins que l'eau)	Milieu dont la <b>mise en mouvement (ventilation)</b> nécessite <b>beaucoup moins d'énergie</b> que l'eau : <b>circulation bidirectionnelle</b> possible, ce qui est le cas chez la Vache.  On appelle <b>ventilation</b> la <b>mise en mouvement active du milieu externe par le système respiratoire</b> ; celle-ci comprend une alternance entre <b>flux entrant (inspiration)</b> et <b>flux sortant (expiration)</b> .

<b>Milieu très desséchant</b> (= <i>Principale contrainte</i> du milieu aérien)	<b>Risque de déshydratation important</b> <i>Solutions adoptées :</i> a) <b>Échangeurs invaginés</b> (dont la surface est moins exposée aux fluctuations du milieu de vie que s'ils étaient évaginés) b) <b>Ramification des conduits</b> permettant l' <b>hydratation progressive</b> de l'air inspiré et la <b>récupération d'eau</b> au niveau de l'air expiré.
<b>Forte disponibilité en dioxygène</b> (Il y a en moyenne <b>30 fois plus de dioxygène dans l'air</b> que dans l'eau)	<b>Maintien d'un différentiel de pression partielles</b> entre milieu interne et milieu externe beaucoup plus aisé qu'en milieu aquatique.

#### 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

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

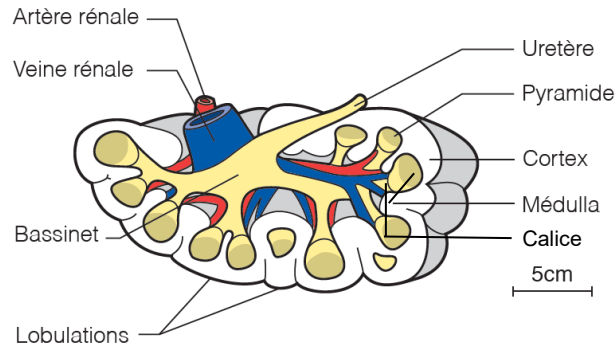


Les organes génitaux sont représentés en pointillés.

Les légendes écrites en italiques désignent des organes qui n'appartiennent pas à l'appareil uro-génital.

▲ FIGURE 28. Localisation et organisation de l'appareil uro-génital de la Vache. D'après SEGARRA et al. (2014).

Les **portions encadrées** correspondent à l'appareil urinaire. Le méat urinaire n'est pas figuré.



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

Les reins (figure 29) comprennent ici des lobulations responsables de l'aspect caractéristique des rognons (figure 30). Chaque lobulation comprend :

- une capsule fibreuse externe, à fonction protectrice et délimitante (épithélium + conjonctif).
- un cortex périphérique, finement vascularisé où est produite l'urine primaire.
- une partie centrale nommée médulla (ou médullaire) formée de pyramides rénales où a lieu progressivement la production d'urine secondaire après filtration-réabsorption.

Dans le détail, il existe plusieurs types de pyramides mais cela n'a guère d'importance à notre niveau.

Chaque pyramide débouche ensuite dans un calice et la convergence des calices forme un bassinnet qui communique avec l'uretère.

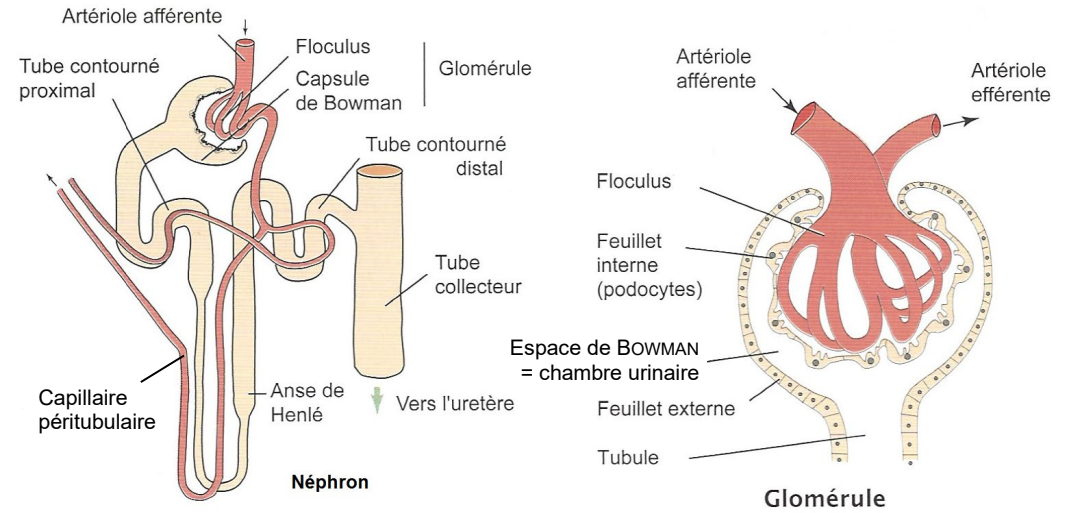
Quelques chiffres (d'après SEGARRA et al., 2014) :

- Débit de filtration du sang dans les reins d'une Vache : plus de  $4000 \text{ L} \cdot \text{j}^{-1}$  [à comparer au volume sanguin :  $60 \text{ L} \Rightarrow$  l'équivalent du volume sanguin est donc filtré toutes les 20 min]
- Urine produite : environ  $21 \text{ L} \cdot \text{j}^{-1}$

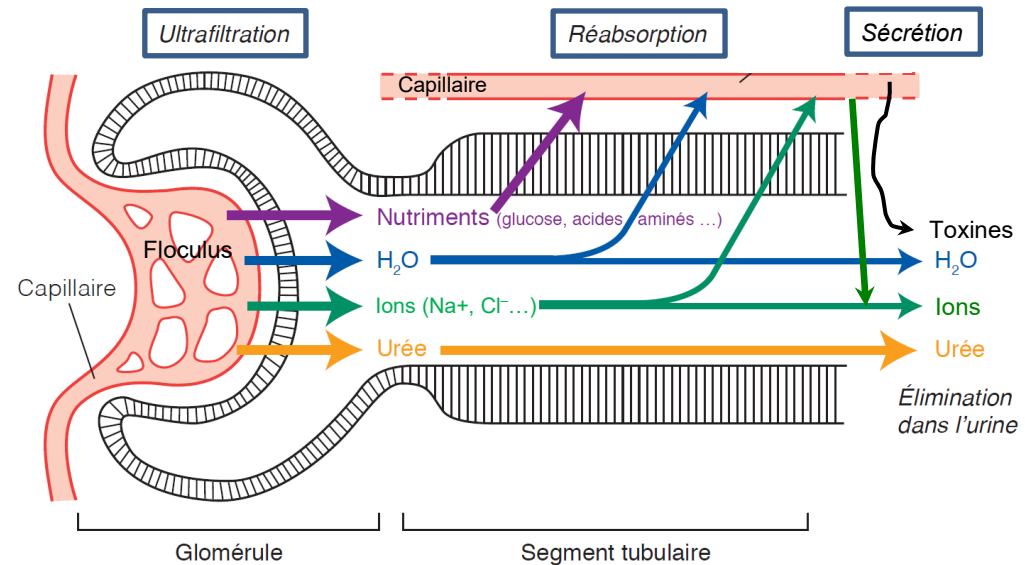
### 3. Le néphron, unité de fonctionnement du rein produisant l'urine par ultrafiltration glomérulaire ( $\rightarrow$ urine I) puis réabsorption et sécrétion tubulaires ( $\rightarrow$ urine II = définitive) [plus au programme ?]



▲ FIGURE 30. Rognons de Bœuf. <https://barf-naturel.fr/Rognon-de-Bœuf> (consultation juin 2019)



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



▲ FIGURE 32. Le couplage ultrafiltration glomérulaire / réabsorption-sécrétion tubulaire : principe très simplifié de fonctionnement du néphron. D'après SEGARRA et al. (2014), modifié. [plus au programme ?]



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

### 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 BCPST2 sur la circulation des Mammifères

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

Voir chapitre 10 (Circulation)

#### 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

▼ TABLEAU IX. Composition du plasma. D'après MARIEB (2005).

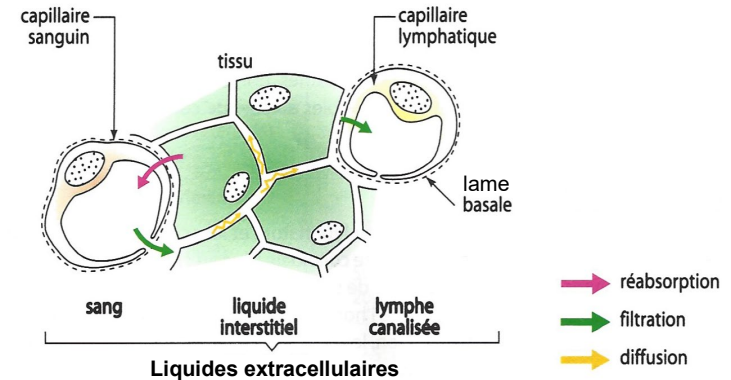
Composants	Description et importance
<b>Eau</b>	Constitue 90% du volume plasmatique; milieu de dissolution et de suspension pour les solutés du sang; absorbe la chaleur
<b>Solutés Protéines</b>	Constituent 8% (au poids) du volume plasmatique
▪ Albumine	Constitue 60% des protéines plasmatiques; produite par le foie; exerce une pression osmotique qui préserve l'équilibre hydrique entre le plasma et le liquide interstitiel
▪ Globulines alpha et bêta	Produites par le foie; protéines vectrices qui se lient aux lipides, aux ions des métaux et aux vitamines liposolubles
gamma	Anticorps libérés par les cellules plasmatiques pendant la réaction immunitaire
▪ Facteurs de coagulation	Constituent 4% des protéines plasmatiques; comprennent le fibrinogène et la prothrombine produits par le foie; interviennent dans la coagulation
▪ Autres	Enzymes métaboliques, protéines antibactériennes (comme le complément), hormones
Substances azotées non protéiques	Sous-produits du métabolisme cellulaire comme l'urée, l'acide urique, la créatinine et les sels d'ammonium
Nutriments (organiques)	Matières absorbées par le tube digestif et transportées dans l'organisme entier; comprennent le glucose et d'autres glucides simples, les acides aminés (produits de la digestion des protéines), les acides gras, le glycérol et les triglycérides (lipides), le cholestérol et les vitamines
Électrolytes	Cations dont le sodium, le potassium, le calcium, le fer et le magnésium; anions dont le chlorure, le phosphate, le sulfate et le bicarbonate; concourent à maintenir la pression osmotique du plasma et le pH sanguin
Gaz respiratoires	Oxygène et gaz carbonique; un peu d'oxygène dissous (en majeure partie lié à l'hémoglobine dans les érythrocytes); le gaz carbonique est transporté par l'hémoglobine des érythrocytes et sous forme d'ions bicarbonate dissous dans le plasma

▼ **TABLEAU X. Les éléments figurés du sang.** D'après MARIEB (2005).

Cellule	Illustration	Description*	Nombre de cellules par litre de sang	Durée du développement (D) et de la vie (V)	Fonction
<b>Érythrocytes</b> (globules rouges)		Disques biconcaves, anucléés; couleur saumon; de 7 à 8 µm de diamètre	De 4 à 6 × 10 <sup>12</sup>	D: de 5 à 7 jours V: de 100 à 120 jours	Transport de l'oxygène et du gaz carbonique
<b>Leucocytes</b> (globules blancs)		Cellules sphériques nucléées	De 4,8 à 10,8 × 10 <sup>9</sup>		
<i>Granulocytes</i>					
■ Granulocytes neutrophiles		Noyau plurilobé; granulations cytoplasmiques difficilement visibles; de 10 à 12 µm de diamètre	De 3 à 7 × 10 <sup>9</sup>	D: de 6 à 9 jours V: de 6 h à quelques jours	Phagocytose des bactéries
■ Granulocytes éosinophiles		Noyau bilobé; granulations cytoplasmiques rouges difficilement visibles; de 10 à 14 µm de diamètre	De 0,1 à 0,4 × 10 <sup>9</sup>	D: de 6 à 9 jours V: de 8 à 12 jours	Destruction des vers parasites et des complexes antigène anticorps; inactivation de certaines substances chimiques allergènes associées à la réaction inflammatoire
■ Granulocytes basophiles		Noyau lobé; grosses granulations cytoplasmiques bleu violet; de 8 à 10 µm de diamètre	De 0,02 à 0,05 × 10 <sup>9</sup>	D: de 3 à 7 jours V: de quelques heures à quelques jours	Libération de l'histamine et d'autres médiateurs chimiques associés à la réaction inflammatoire; contient de l'héparine, un anticoagulant
<i>Agranulocytes</i>					
■ Lymphocytes		Noyau sphérique ou échanuré; cytoplasme violacé; de 5 à 17 µm de diamètre	De 1,5 à 3,0 × 10 <sup>9</sup>	D: de quelques jours à quelques semaines V: de quelques heures à quelques années	Défense de l'organisme par l'attaque directe de cellule ou par l'entremise d'anticorps
■ Monocytes		Noyau en forme de U ou de haricot; cytoplasme gris bleu; de 14 à 24 µm de diamètre	De 0,1 à 0,7 × 10 <sup>9</sup>	D: de 2 à 3 jours V: plusieurs mois	Phagocytose; transformation en macrophages dans les tissus
<b>Plaquettes</b>		Fragments cytoplasmiques discoïdes contenant des granulations violettes; de 2 à 4 µm de diamètre	De 150 à 400 × 10 <sup>9</sup>	D: de 4 à 5 jours V: de 5 à 10 jours	Réparation des petites déchirures des vaisseaux sanguins; coagulation

\* Apparence à la coloration de Wright

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



▲ **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.**

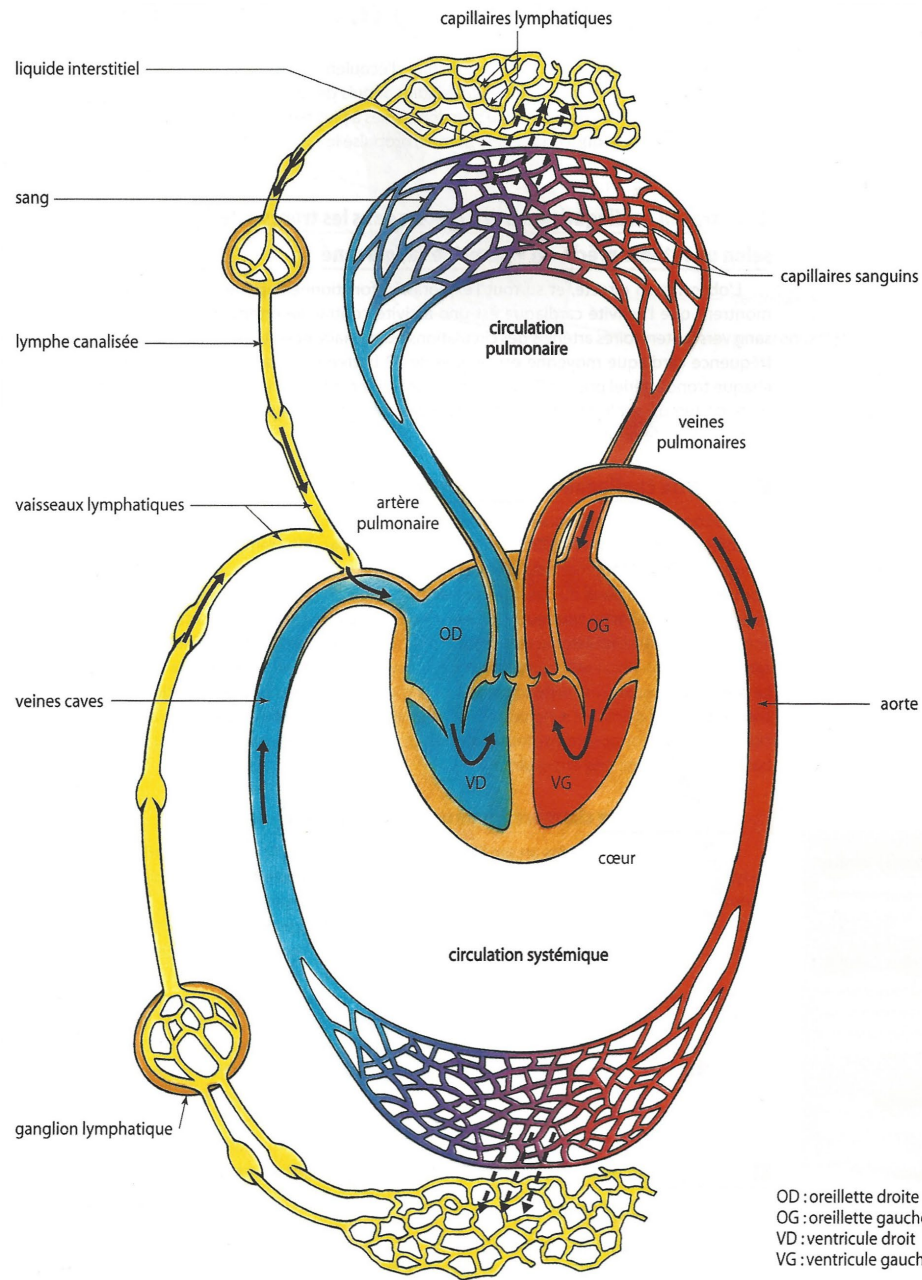
Chez les Animaux pluricellulaires, on appelle **milieu intérieur l'ensemble des liquides extracellulaires circulants dans l'organisme** ; il s'agit du **sang** et de la **lymphe** chez les Mammifères (et, en raccourci, on désigne là surtout le sang).

*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**





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

## b. Des fonctions essentiellement nutritives et immunitaires

- Les **fonctions de la circulation lymphatique** sont ainsi résumées par SEGARRA *et al.* (2015) :

1. **Transfert du liquide plasmatique ultrafiltré** au pôle artériel des capillaires et non réabsorbé au pôle veineux
2. **Drainage des protéines présentes dans le milieu interstitiel** et retour au sang (un quart des protéines plasmatiques circulantes); sans ce drainage, la pression oncotique du milieu interstitiel augmenterait et pourrait provoquer un œdème.
3. **Transfert de substances lipidiques absorbées par les chylifères des villosités intestinales** sous forme de chylomicrons vers le compartiment sanguin
4. **Transport des leucocytes et mise en contact des cellules immunitaires au sein des ganglions lymphatiques** avec des éléments étrangers notamment via des cellules présentatrices d'antigènes.

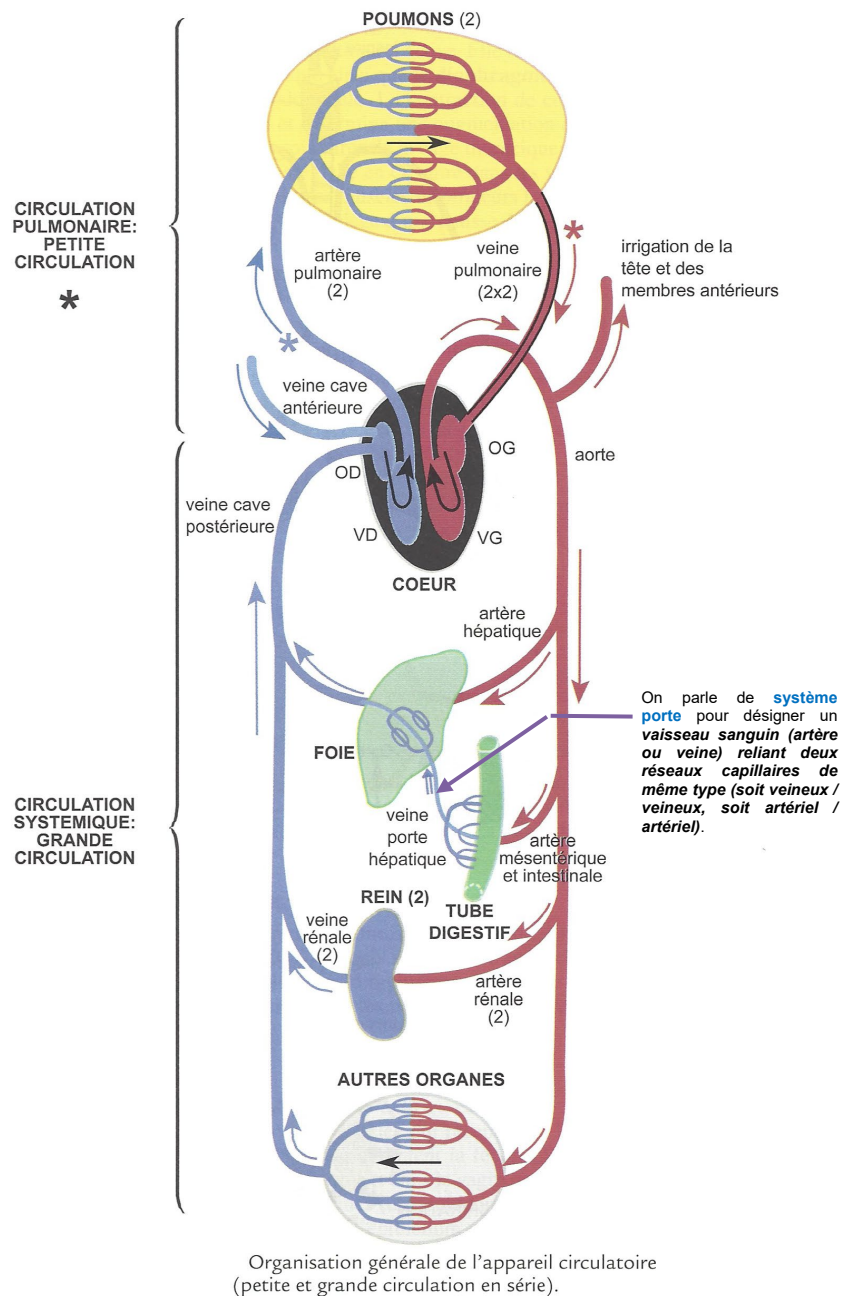
Tous les tissus ne sont pas en relation avec le système lymphatique; c'est le cas du système nerveux central, du tissu osseux, du placenta, de la cornée, de la rétine...

## 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

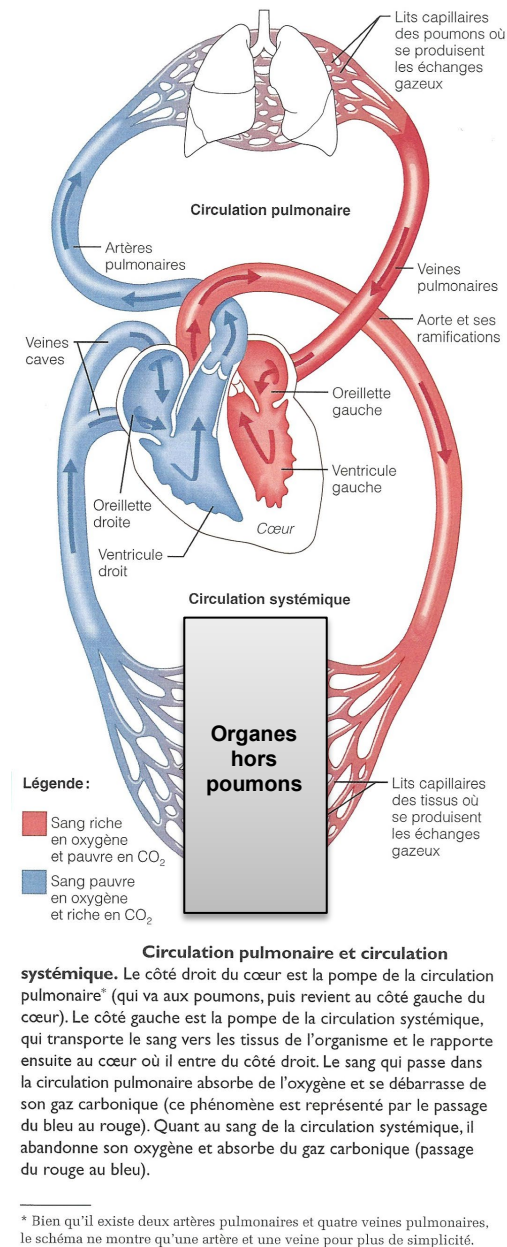
### a. La notion d'appareil cardiovasculaire : le sang, les vaisseaux et le cœur

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 **vitesse de circulation** au niveau du cœur atteindraient **40-50 L • min<sup>-1</sup>**, soit un peu moins de la volémie.

(!) *Valeurs au repos, données à titre indicatif (source : DOYLE et al. 1960)*



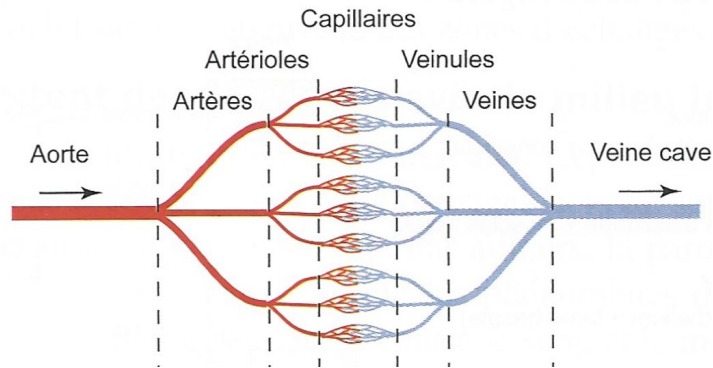
▲ **FIGURE 35. Le système cardio-vasculaire : vue d'ensemble.** D'après PEYCRU et al. (2017).



▲ **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

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



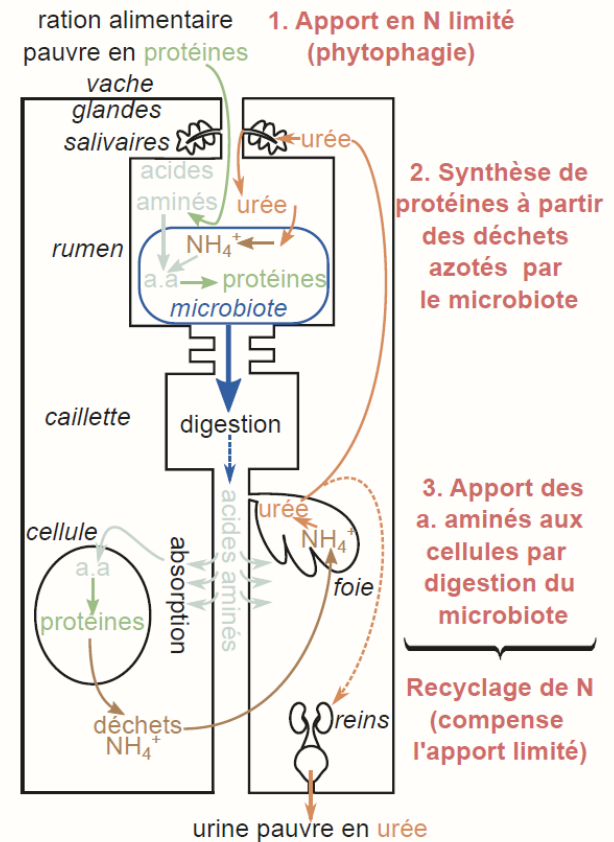
▲ FIGURE 37. Les tronçons vasculaires de la circulation générale. D'après RICHARD *et al.* (2015).

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

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

**F. Focus transversal sur les flux de matière de deux substances : l'élément azote et la molécule eau**

1. Un flux d'azote qui s'inscrit dans le cadre d'un régime alimentaire faiblement azoté : le rôle clef de l'utilisation de l'urée par le microbiote

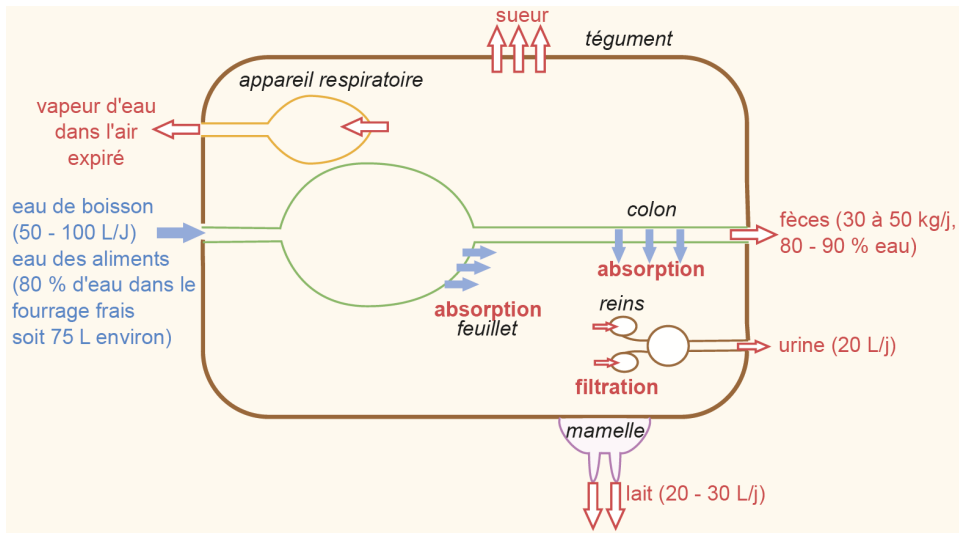


▲ FIGURE 37bis. L'azote chez la Vache. D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021).

2. Un flux d'eau où entrées et pertes se compensent globalement : l'équilibre hydrique

Notons que les **valeurs chiffrées** peuvent **varier** d'un **individu** à l'autre, en fonction de la **saison**, si la **Vache allaite** ou pas, si la **race de la Vache** correspond une grosse **productrice de lait** ou non... Les chiffres de la **figure 37ter** sont donc à considérer comme donnés à titre **indicatif**.

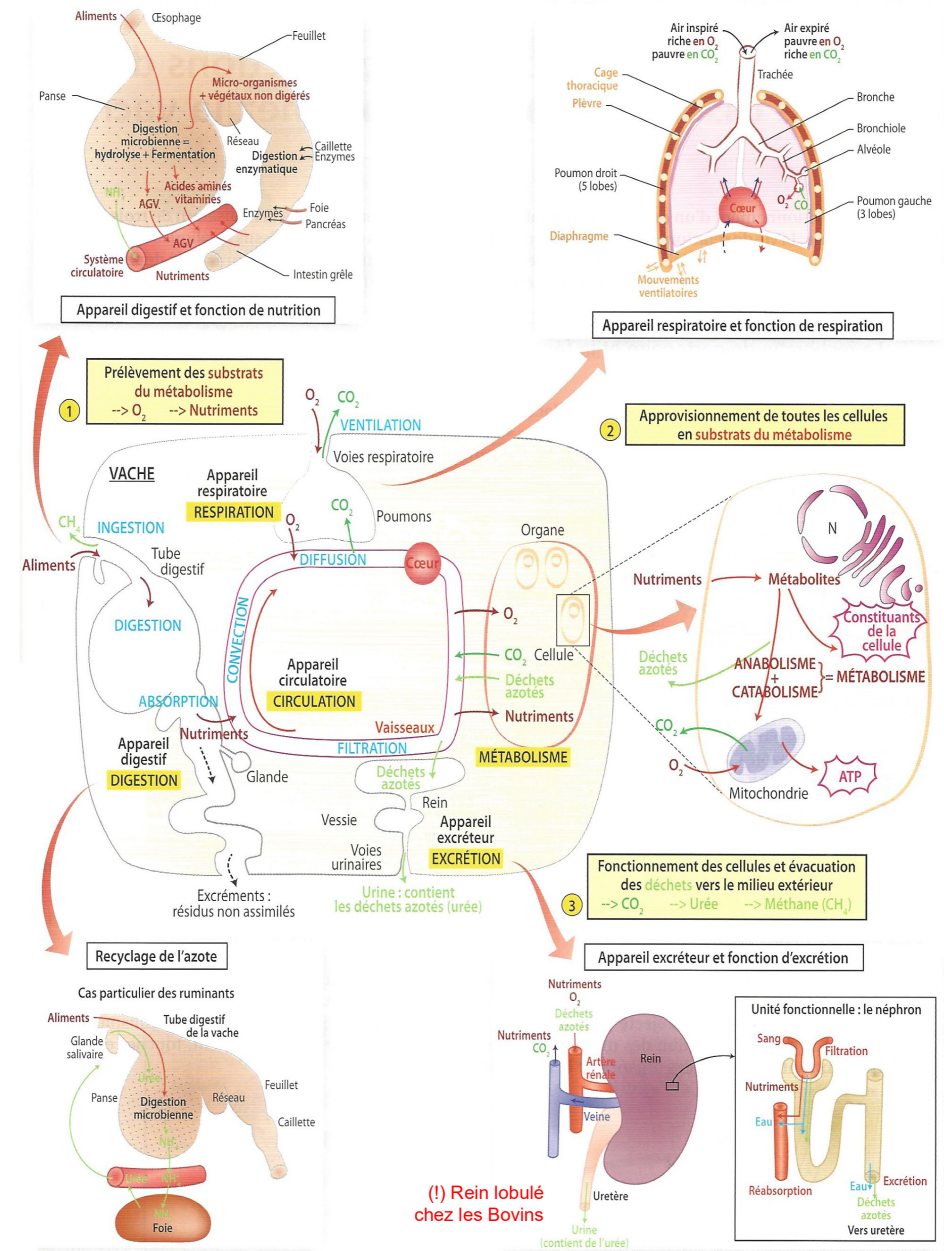




▲ FIGURE 37ter. L'eau chez la Vache. D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021).

## G. Bilan sur les fonctions de nutrition

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



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

**Bilan (adapté du programme)**

- ✓ La **compartimentation** de l'**appareil digestif** permet l'**ingestion d'aliments** (hétérotrophie de type **phagotrophie**), leur **simplification en nutriments** et leur **absorption**, ainsi que l'**égestion** de la matière non absorbée.
- ✓ Le **microbiote du rumen** par son action joue un **rôle majeur** dans l'**origine des nutriments** utilisés par la vache. Les **relations interspécifiques** avec les **microorganismes** définissent l'organisme comme un **holobionte**.
- ✓ Les **nutriments** sont **distribués** dans l'ensemble de l'organisme par l'**appareil circulatoire** et entrent ainsi dans le **métabolisme** cellulaire.
- ✓ L'**appareil respiratoire** assure les **échanges gazeux** liés au **métabolisme énergétique aérobie**.
- ✓ L'**appareil excréteur** élimine les **déchets azotés** et contribue à l'**équilibre hydrominéral** de l'organisme.

### 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. I.)

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

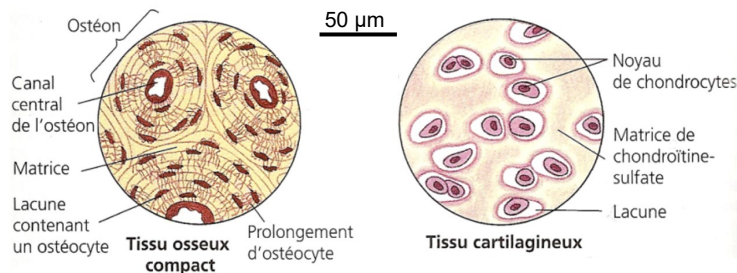
- ✓ **Argumenter** la complémentarité et la coopération fonctionnelle des différents appareils.
- ✓ **Mettre en relation** l'organisation structurale et fonctionnelle de différents appareils et l'adaptation au milieu aérien.
- ✓ **Identifier** les principales étapes menant de la perception d'une variation de paramètre physico-chimique du milieu à la mobilité 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.

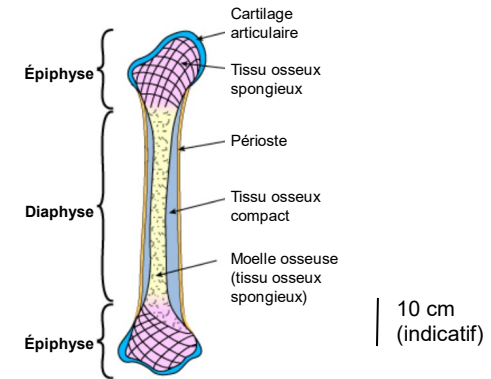
#### A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire

##### 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)



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

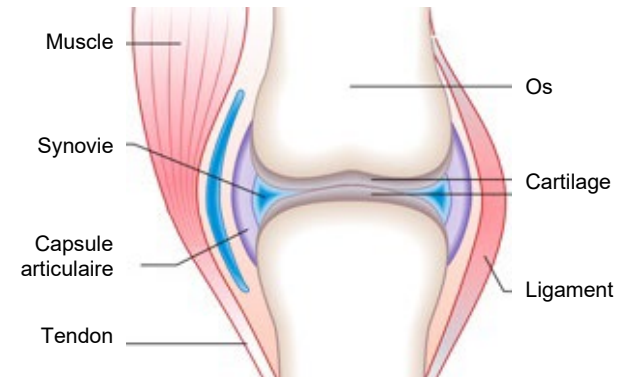


▲ FIGURE 40. **Coupe longitudinale d'un os long : une vision simplifiée.**

© Unisciel (Université de Lille)

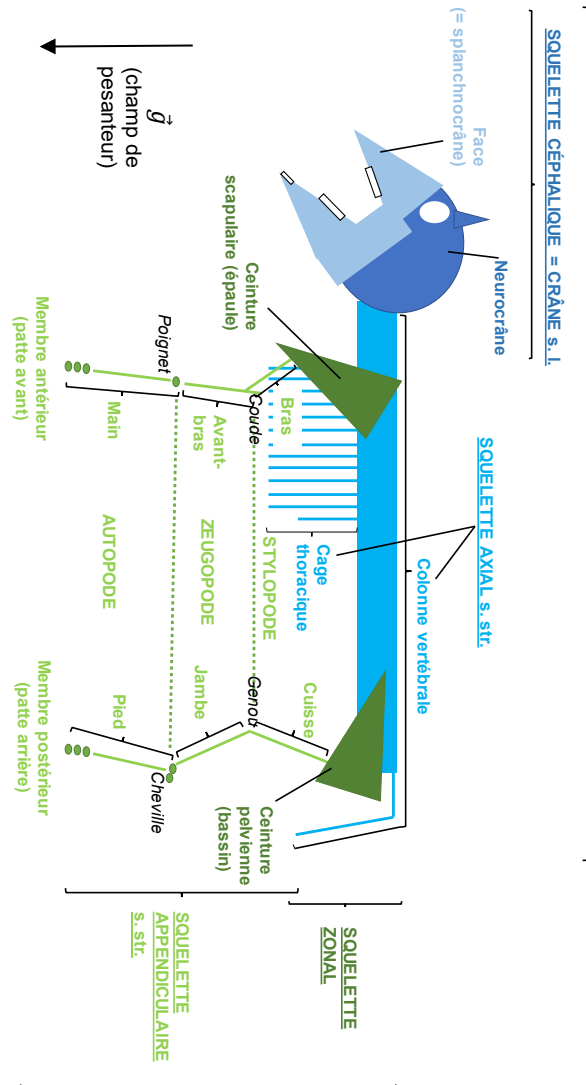
[https://histologique.univ-lille.fr/cours/co/chap3\\_2\\_2.html](https://histologique.univ-lille.fr/cours/co/chap3_2_2.html) (consultation mars 2020)

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

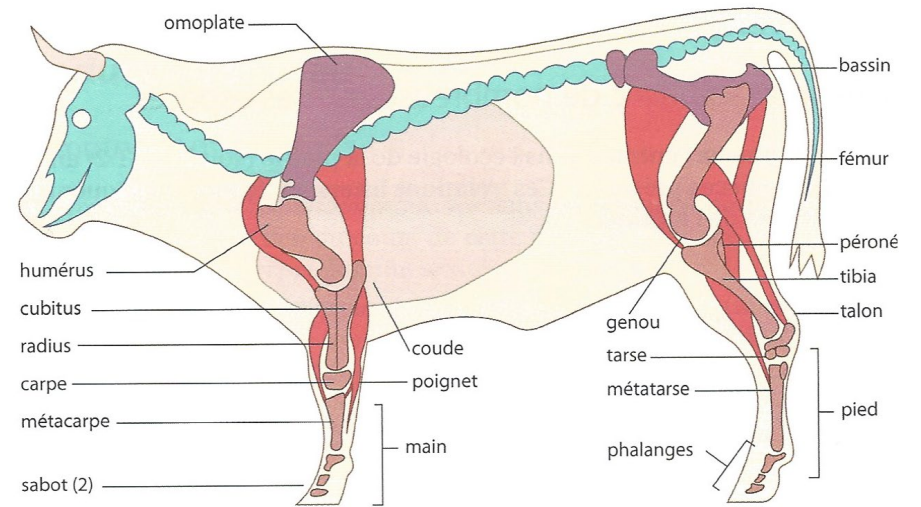
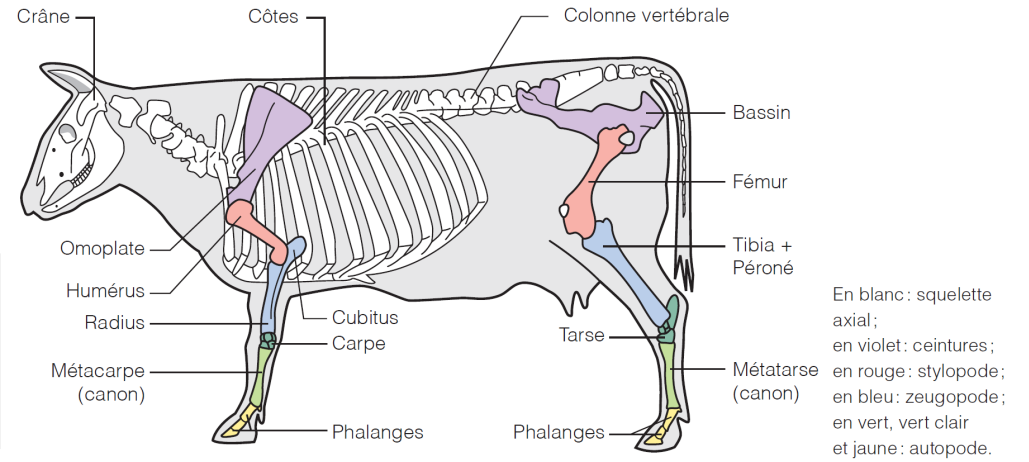


▲ FIGURE 41. **Organisation très simplifiée d'une articulation.** <http://www.procell-nutrition.com/fr/myostim-solution-arthrose-et-sante-musculaire> (consultation avril 2016).

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



**(1) SQUELETTE AXIAL AU SENS LARGE**



- Squelette axial (axe corps + protection système nerveux central)
- Squelette zonal (articulation du squelette appendiculaire et axial)
- Squelette appendiculaire (locomotion)
- Muscles du squelette appendiculaire

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



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



1/ Le **squelette axial au sens large** :

- **Squelette céphalique** ou **crâne au sens large** comprenant :
  - les os de la boîte crânienne protégeant l'encéphale (**neurocrâne** = parfois « crâne » au sens strict)
  - les os de la face, incluant **mâchoires et dentition** (**splanchnocrâne**, du gr. *splanchnos*, viscères = **viscérocrâne**)
  - les os de l'oreille moyenne.
- **Squelette axial au sens strict** : **axe squelettique** (= vertèbres, y compris la queue) et **cage thoracique** (côtes et sternum).

2/ Le **squelette appendiculaire au sens large** :

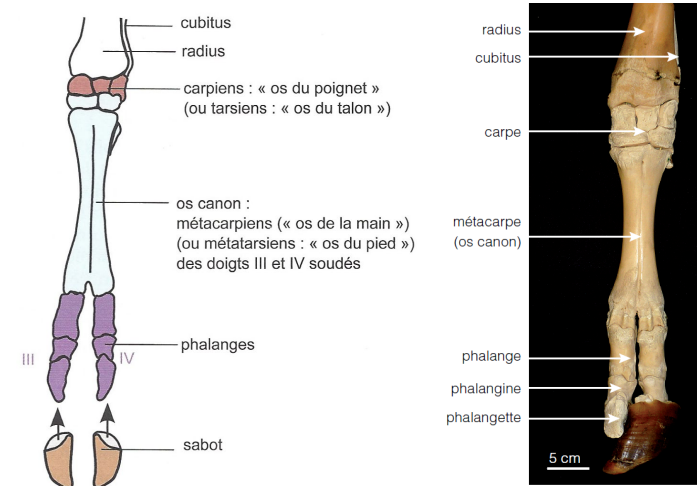
- **Squelette zonal** = les **ceintures**, **ensembles osseux de branchement des membres sur le tronc** : **ceinture scapulaire** (os des épaules), **ceinture pelvienne** (os du bassin).
- **Squelette appendiculaire au sens strict** : **squelette des membres** (antérieur et postérieur) que l'on peut chacun diviser en trois grands segments (**stylo-pode, zeugopode, autopode**).

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

**α. Le membre chiridien, membre sustentateur (adapté au milieu aérien) 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
[Ceinture]	<b>Ceinture scapulaire :</b> Clavicule, omoplate (= scapula), (coracoïde réduit) <i>Vache : disparition de la clavicule (pas de soulèvement haut possible du membre ni de roulement d'épaule)</i>	<b>Ceinture pelvienne :</b> Os du bassin (os iliaques = coxaux, symphyse pubienne...) <i>Vache : forme particulière du bassin ne permettant pas la montée du fémur (pas de soulèvement haut possible du membre)</i>
<b>Stylo-pode</b>	<b>Bras :</b> Humérus	<b>Cuisse :</b> Fémur
<i>Articulation</i>	<b>Coude</b>	<b>Genou</b>
<b>Zeugopode</b>	<b>Avant-bras :</b> Radius, cubitus (= ulna) <i>Vache : cubitus très court (coude ne permettant pas la rotation de l'avant-bras sur le bras)</i>	<b>Jambe :</b> Tibia, péroné (= fibula) [+ rotule] <i>Vache : péroné très court (genou ne permettant pas la rotation de la jambe sur la cuisse)</i>
<b>Autopode</b> - basipode - métapode - acropode	<b>Main :</b> - <b>Poignet</b> : os carpiens - <b>Paume</b> : os métacarpiens <i>Vache : seuls sont présents les métacarpes III et IV, soudés en un os canon]</i> - <b>Doigts</b> : phalanges (3 os par doigt) <i>Vache : seuls sont présents / complets les doigts III et IV]</i>	<b>Pied :</b> - <b>Cheville</b> : os tarsiens - <b>Plante</b> : os métatarsiens <i>Vache : seuls sont présents les métatarses III et IV, soudés en un os canon]</i> - <b>Doigts</b> : phalanges (3 os par doigt, sauf 2 pour le pouce) <i>Vache : seuls sont présents / complets les doigts III et IV]</i>



Membre antérieur gauche de bovidé (vu de face).  
Les os des doigts II et V sont masqués à l'arrière-plan. (Entre parenthèses : les noms des os de membre postérieur).

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

- Un **membre de Tétrapode** (tableau XI, figures 43-44) s'appelle **membre chiridien** ; un tel membre :
  - S'insère sur une **ceinture** : **ceinture scapulaire** (épaule) ; **ceinture pelvienne** (**bassin**).
  - Comprend trois grands **segments** (plus ou moins mobiles les uns par rapport aux autres) :
    - un **stylo-pode** (**ant. bras // post. cuisse**), **segment proximal du membre**.  
Ant. humérus Post. fémur

Entre stylo-pode et zeugopode, on trouve une articulation : le **coude** pour le **membre antérieur** et le **genou** pour le **membre postérieur**.

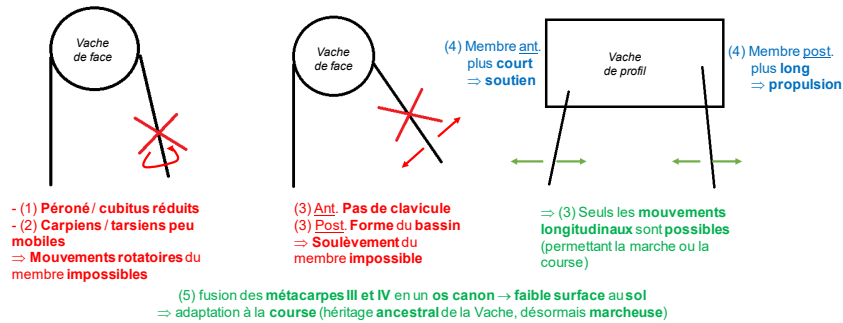
- un **zeugopode** (**ant. avant-bras // post. jambe**), **segment intermédiaire du membre**.  
Ant. radius + cubitus (= ulna) Post. tibia + péroné (= fibula)
- un **autopode**, **segment distal du membre qui comprend trois parties** :
  - un **basipode** (**proximal**)  
Ant. carpe (os carpiens) → **poignet**  
Post. tarse (os tarsiens) → **cheville**
  - un **métapode** (**intermédiaire**)  
Ant. métacarpe (os métacarpiens) → **paume**  
Post. métatarse (os métatarsiens) → **plante**
  - un **acropode** (**distal : trois os** constituant les **doigts**)  
Ant. phalanges → **doigts**  
Post. phalanges → **orteils**

**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).*

- Dans un milieu aérien peu porteur, le **membre** chiridien des Tétrapodes est **sustentateur**, c'est-à-dire qu'il **permet la surélévation de l'organisme par rapport à la surface du sol.**

**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.

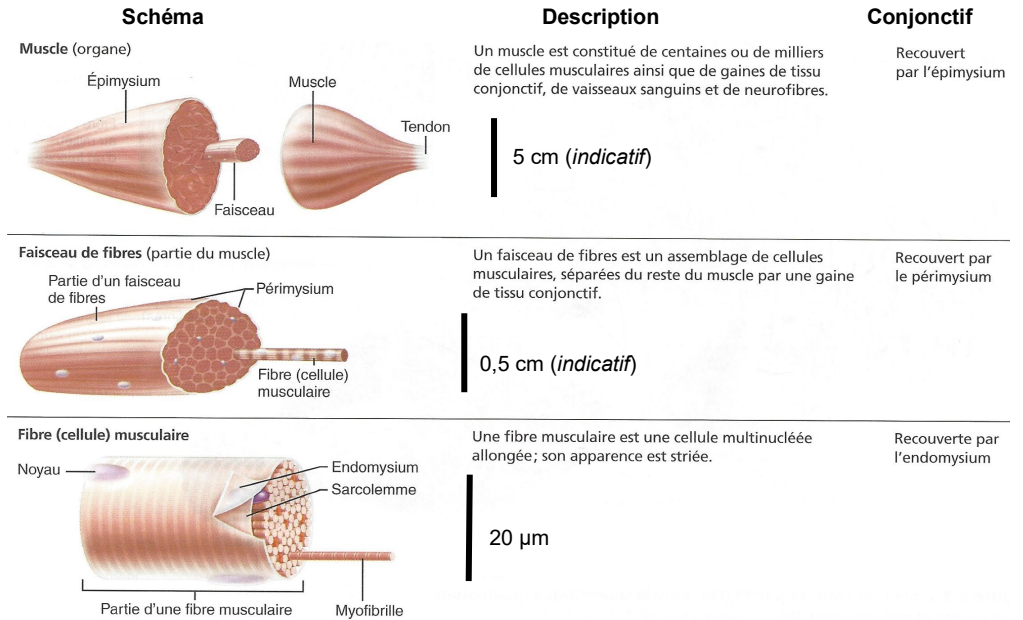
**γ. Un squelette marcheur... et « coureur » ?**

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

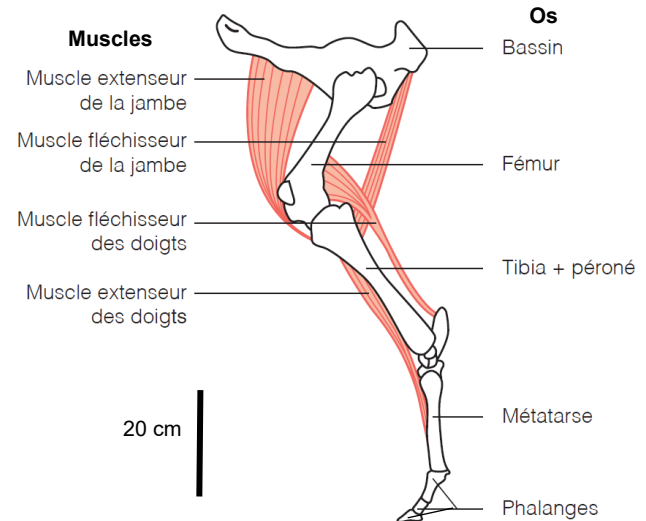
Voir le **développement** en BCPST2 qui aborde le **muscle squelettique**

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

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



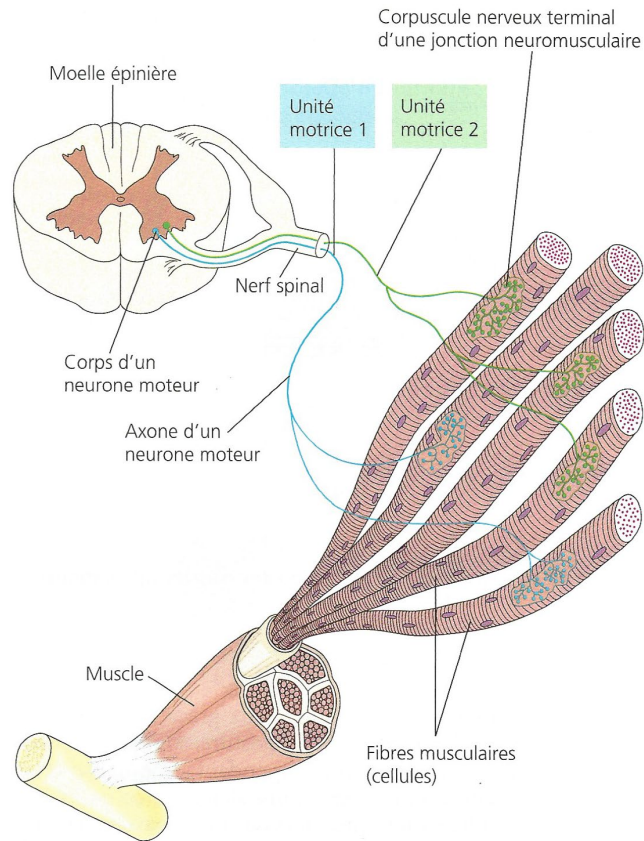
**▲ FIGURE 46. Le muscle, un ensemble de fibres musculaires.** D'après MARIEB & HOEHN (2015).



**▲ FIGURE 47. Principaux muscles et os du membre postérieur de la Vache.** D'après SEGARRA *et al.* (2014)

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

Voir BCPST2 (Communications intercellulaires)



**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 innervier un grand nombre de fibres musculaires. Un neurone moteur et toutes les fibres musculaires qu'il commande constituent une unité motrice.

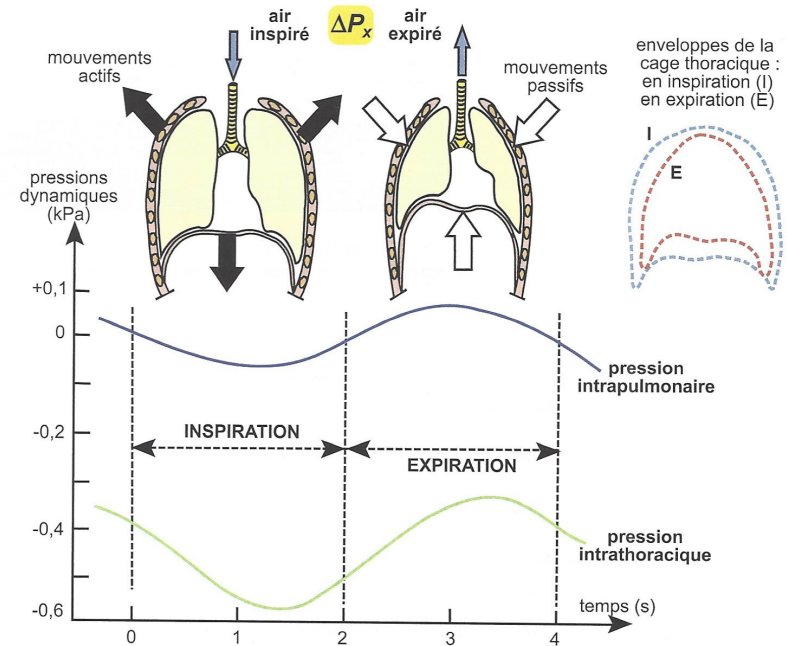
▲ FIGURE 48. **Illustration de la notion d'unité motrice.** D'après CAMPBELL & REECE (2004).

### d. Des organes dont l'association anato-mo-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)



Ventilation pulmonaire chez les mammifères (ex. de l'homme),  
(D'après J. P. Truchot, 1995).

▲ 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

### 1. Notions d'organe sensoriel et de récepteur sensoriel

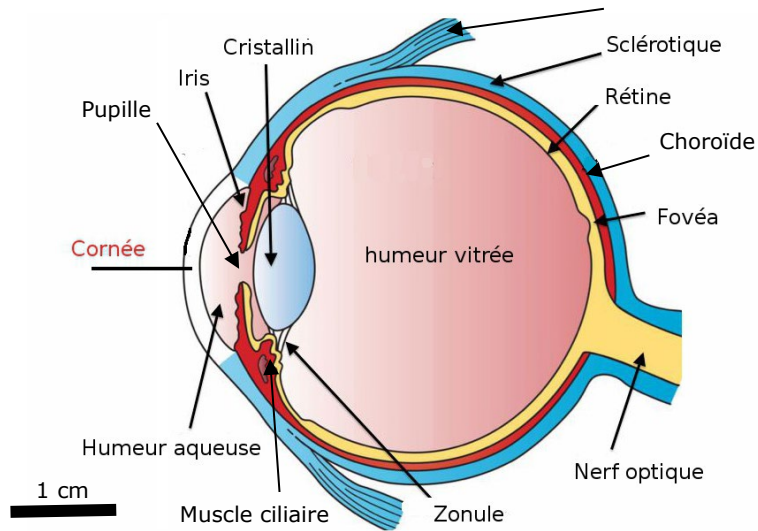
### 2. Principe de fonctionnement d'un organe sensoriel : l'exemple de l'œil

#### 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)

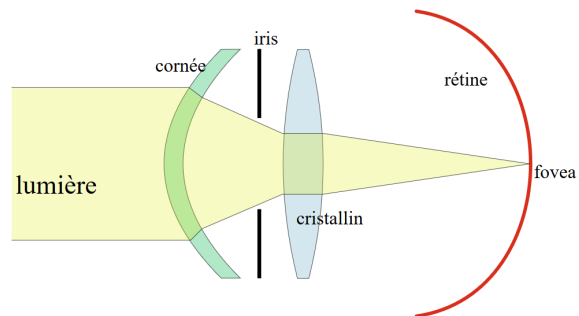
Muscle oculaire



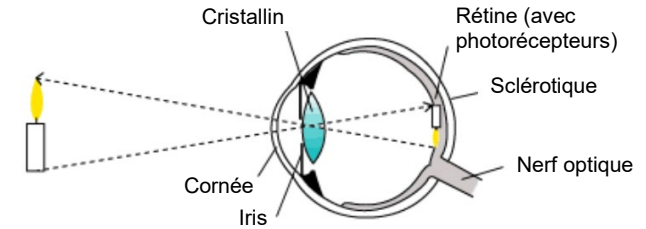


▲ FIGURE 50. **Œil de Mammifère (coupe transversale) : organisation simplifiée.**  
<https://tbearbourges.wordpress.com/2017/03/01/la-prunelle-de-mes-yeux-suite/>  
 (consultation juin 2020), modifié

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



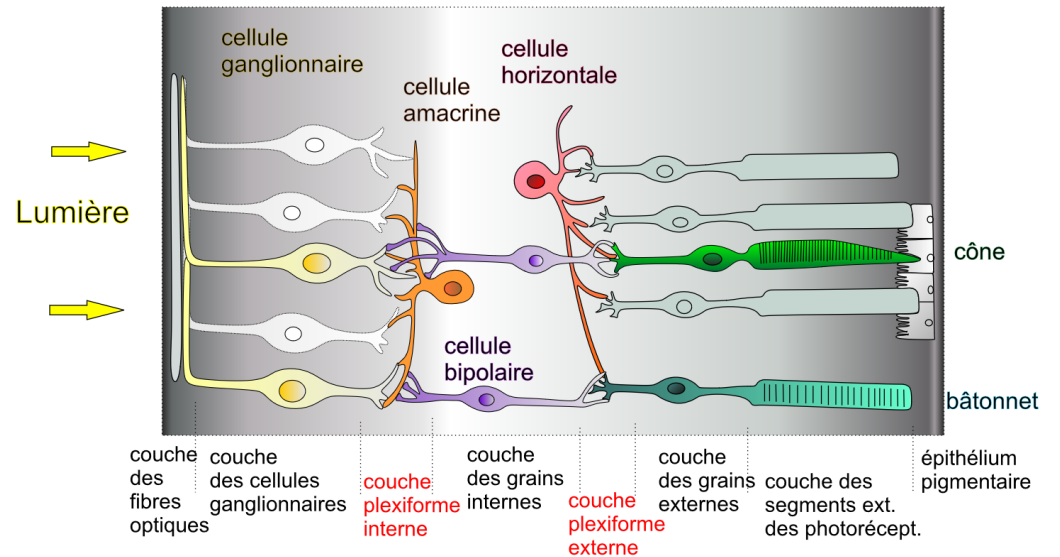
▲ FIGURE 51. **Modèle optique de l'œil.**  
 Wikipédia (consultation juin 2020)



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

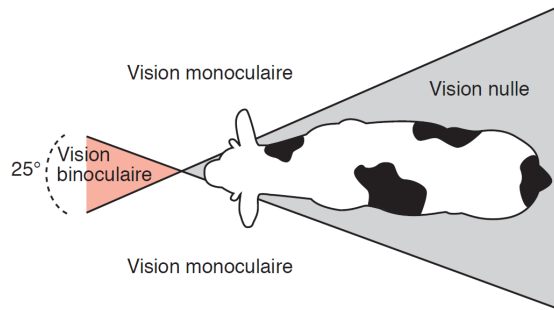
Comme l'œil de la Vache est un **œil où ne se forme qu'une seule image au sein d'une unique chambre oculaire**, on dit que c'est un **œil simple** ou **œil caméculaire**.  
 Cela s'oppose aux **yeux composés (= yeux à ommatidies)** des **Arthropodes** (voir chapitre suivant)

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



▲ FIGURE 53. **Coupes transversale schématique de rétine montrant son organisation.**  
 Wikipédia (consultation juin 2020)

**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

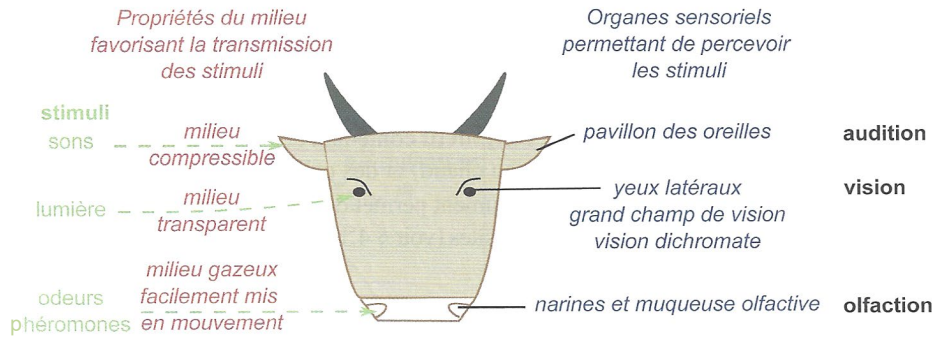
▼ TABLEAU XII. Diversité des récepteurs sensoriels chez les Mammifères [pour information].  
D'après RICHARD & ORSAL (2013).

modalité sensorielle	forme d'énergie	organe sensoriel	cellule réceptrice
<b>chimique</b>			
sensibilité chimique générale	molécules	divers	terminaisons nerveuses libres
oxygène artériel	pression partielle en oxygène	glomus carotidiens et aortiques	cellules et terminaisons nerveuses
pression osmotique	pression osmotique	hypothalamus	osmorécepteurs
glucose	glucose	hypothalamus	glucorécepteurs
pH (liquide céphalorachidien)	ions	bulbe	cellules gliales
<b>goût</b>	ions et molécules	langue	cellules des bourgeons du goût
<b>odorat</b>	molécules	muqueuse nasale	récepteurs olfactifs
<b>somesthésie</b>			
toucher	mécanique	peau	terminaisons nerveuses
pression	mécanique	peau et tissus profonds	terminaisons nerveuses encapsulées
température	température	peau hypothalamus	terminaisons nerveuses
douleur	divers	peau organes divers	terminaisons nerveuses
<b>sensibilité musculaire</b>			
pression vasculaire	mécanique	vaisseaux sanguins	terminaisons nerveuses
étirement	mécanique	fuseaux neuromusculaires	terminaisons nerveuses
variation de la tension	mécanique	organes tendineux	terminaisons nerveuses
position des articulations	mécanique	capsule conjonctive ligaments	terminaisons nerveuses
<b>équilibre</b>			
accélération linéaire (gravité)	mécanique	organe vestibulaire	cellules ciliées
accélération angulaire	mécanique	organe vestibulaire	cellules ciliées
<b>audition</b>	mécanique	cochlée	cellules ciliées
<b>vision</b>	électromagnétique (photons)	œil (rétine)	photorécepteurs

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

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

4. Des organes sensoriels largement concentrés au niveau de la tête et adaptés à des stimuli perceptibles en milieu aérien



▲ FIGURE 54bis. Organes sensoriels portés par la tête et stimuli perçus (milieu aérien).  
D'après DAUTEL *et al.* (2021).

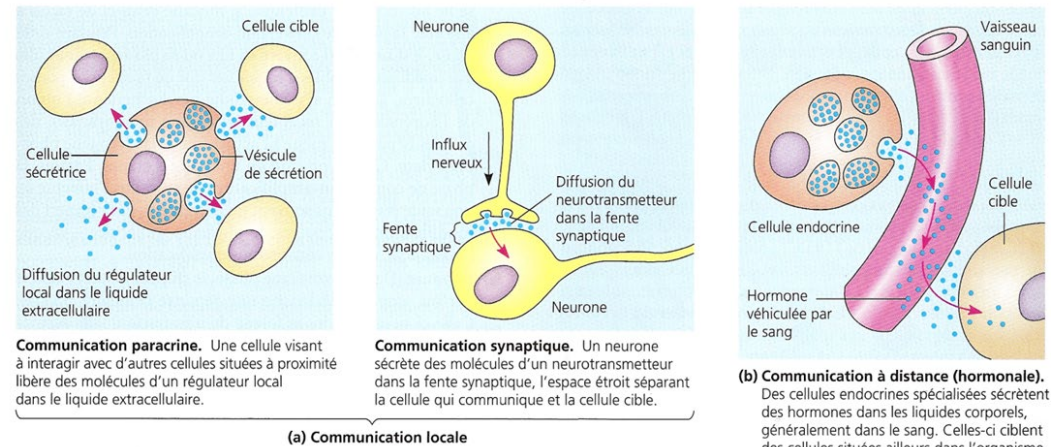
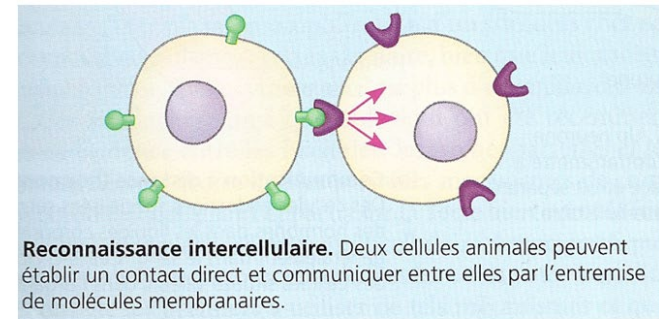
C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien

Voir BCPST2 (Communications intercellulaires)

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

2. Panorama des modalités de communications intercellulaires : rappels

- 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



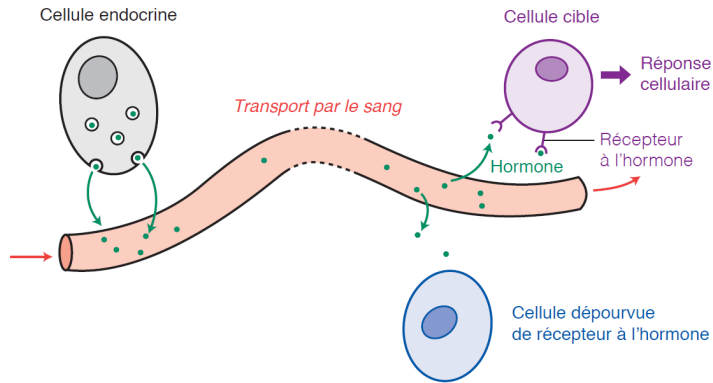
▲ FIGURE 55. Communications intercellulaires animales.  
D'après CAMPBELL & REECE (2004).

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

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

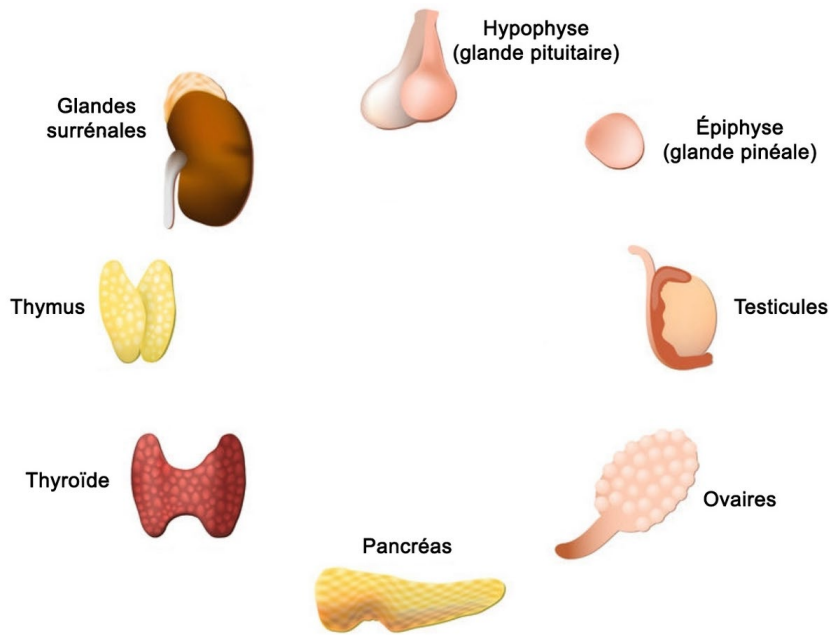
α. Notion d'hormone et principe de la communication hormonale





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

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



▲ FIGURE 57. **Les principales glandes endocrines mammaliennes (ici plutôt représentées chez l'Homme).**  
D'après SEGARRA *et al.* (2004).

**b. Le système nerveux : une communication par les neurones**

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

**β. Constitution histologique du système nerveux**

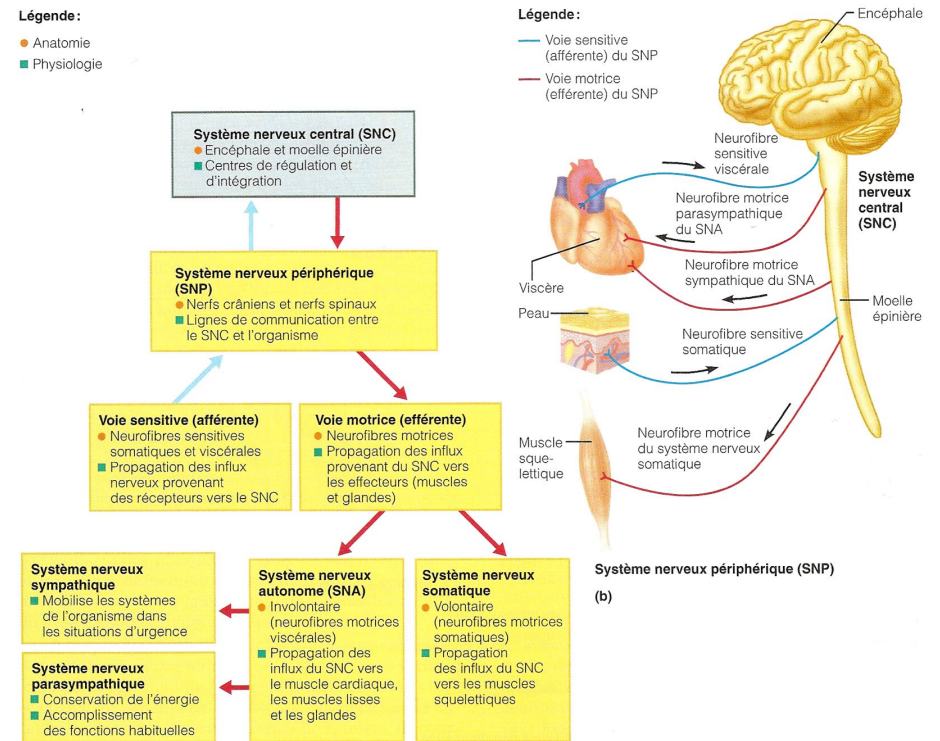
**γ. Les grandes subdivisions fonctionnelles du système nerveux**

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

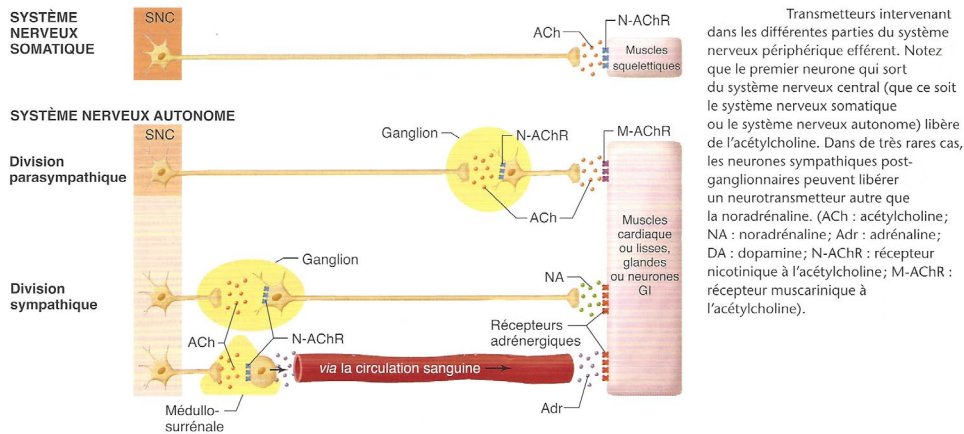
ii. Le système nerveux périphérique (SNP) : les nerfs, lignes de communications entre les centres nerveux et l'organisme

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

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



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



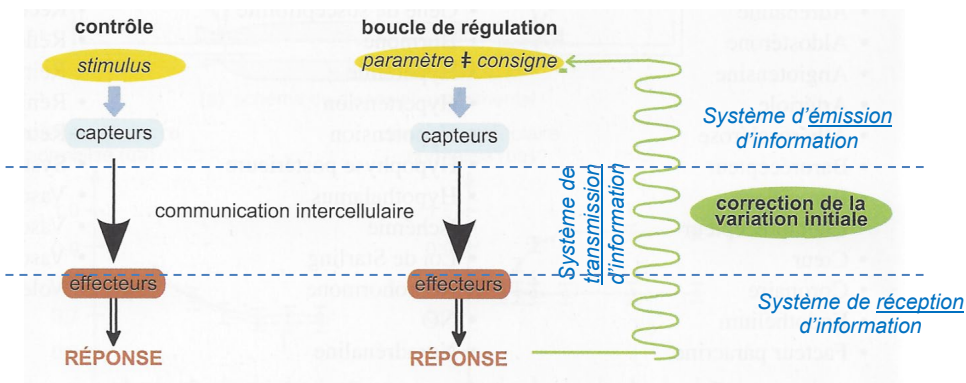
▲ FIGURE 59. **Subdivisions principales de la voie efférente du SNP.**  
D'après VANDER et al. (2005).

- ° Le système nerveux somatique (SNS) : le contrôle des muscles squelettiques
- ° Le système nerveux végétatif (SNV) ou système nerveux autonome (SNA) : le contrôle des fonctions internes

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

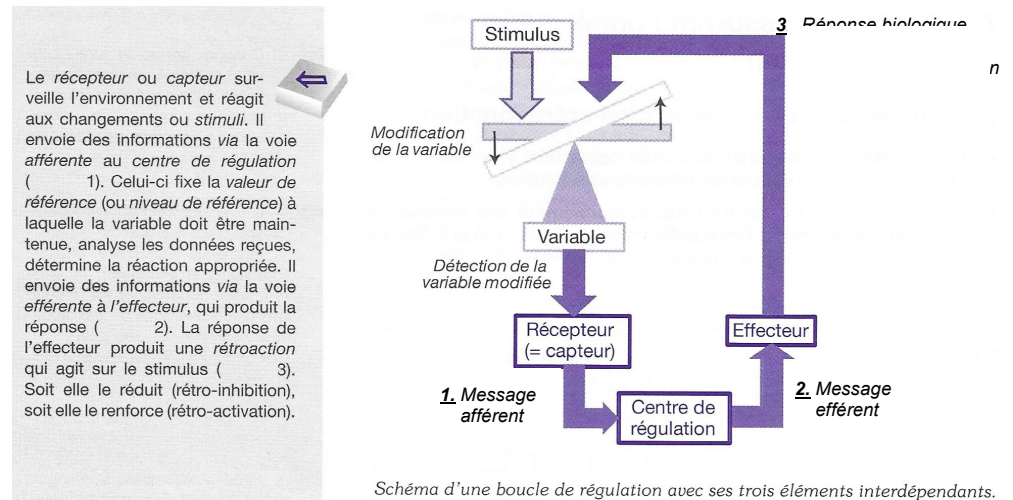
## 4. L'existence, dans l'organisme, de contrôles et de régulations qui permettent l'homéostasie mais autorisent toutefois l'adaptation

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



▲ 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 (exemple de la glycémie) ; notion d'homéostasie



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

### Vocabulaire de la régulation

- **Paramètre réglé** = variable réglée = paramètre physiologique modulé par un système de régulation.
- **Valeur de consigne** = point de consigne = valeur stable d'un paramètre physiologique réglé dans des conditions physiologiques normales.
- **Système réglé** = tissu, organe ou compartiment subissant une régulation.
- **Système réglant** = homéostat = ensemble des dispositifs assurant la régulation d'un paramètre.
- **Boucle de régulation** = système de régulation où la variation d'un paramètre aboutit in fine à la correction de la perturbation de ce paramètre et au retour à une valeur moyenne. Il y a donc **rétroaction** (= **rétrocontrôle** = **feedback**), c'est-à-dire que le paramètre est le point de départ d'un système physiologique qui influence sa propre variation.

### Focus sur l'homéostat glycémique humain : une vision très simple (transposable chez la Vache au 1<sup>er</sup> ordre)

Figure 61 bis

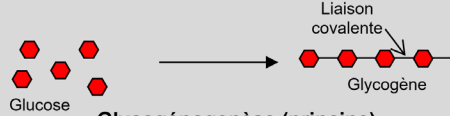
- **Paramètre réglé** : glycémie (= concentration plasmatique en glucose)
- **Valeur de consigne** : Homme : 0,74–1,06 g · L<sup>-1</sup> (env. 0,85 g · L<sup>-1</sup>)  
Vache : 0,4–0,7 g · L<sup>-1</sup>
- **Système réglé** : sang, plus précisément le compartiment plasmatique
- **Système réglant** = Homéostat :
  - ° Détection des variations de glycémie : cellules alpha et bêta situées dans les îlots de LANGERHANS du pancréas
  - ° Transmission d'information par libération par ces cellules d'hormones peptidiques dans le plasma : **insuline** (cellules β, hormone hypoglycémisante) ou **glucagon** (cellules α, hormone hyperglycémisante)



° Organes effecteurs (organes cibles) :

> pour l'insuline : agit surtout sur les **muscles, foie, tissu adipeux**

→ **cellules musculaires, hépatocytes** : induit la **captation de glucose**, et son **stockage cytosolique en glycogène** après **conversion du glucose en glycogène (glycogénogenèse)**



**Glycogénogenèse (principe)**

→ **adipocytes** : induit la **captation de glucose** et sa **conversion en lipides, notamment des triglycérides (lipogenèse)**

> pour le **glucagon** : agit surtout sur le **foie**

→ **hépatocytes** : induit la **glycogénolyse (conversion du glycogène en glucose)** et la **néoglucogenèse (fabrication de glucose à partir de molécules variées : acides aminés, lactate, glycérole, pyruvate... et acides gras volatils chez les Vache !)**, ce qui est à l'origine d'une **libération de glucose dans le sang**.



**Glycogénolyse (principe)**

**Remarques :**

1. Le **glycogène** des **cellules musculaires** subit également la **glycogénolyse** mais le **glucose** ainsi produit ne peut pas sortir des **cellules musculaires**. Il s'agit d'un mécanisme permettant de **fournir du glucose aux cellules musculaires** lors d'une activité intense (ex. **effort physique**) mais qui **n'entre pas** dans les mécanismes de **régulation de la glycémie**.
2. Les **triglycérides** du **tissu adipeux** ne participent pas à la **régulation à court terme** de la **glycémie**, ne pouvant être **retransformés rapidement en glucose**. Toutefois, en cas de **jeûne prolongé**, il peut y avoir utilisation de ces réserves, avec **dégradation des triglycérides en glycérol et acides gras (lipolyse)**, ces substances étant ensuite **secrétées dans le sang par les adipocytes**. Le **glycérol** est alors capté par le foie où il constitue un **substrat de la néoglucogenèse**.

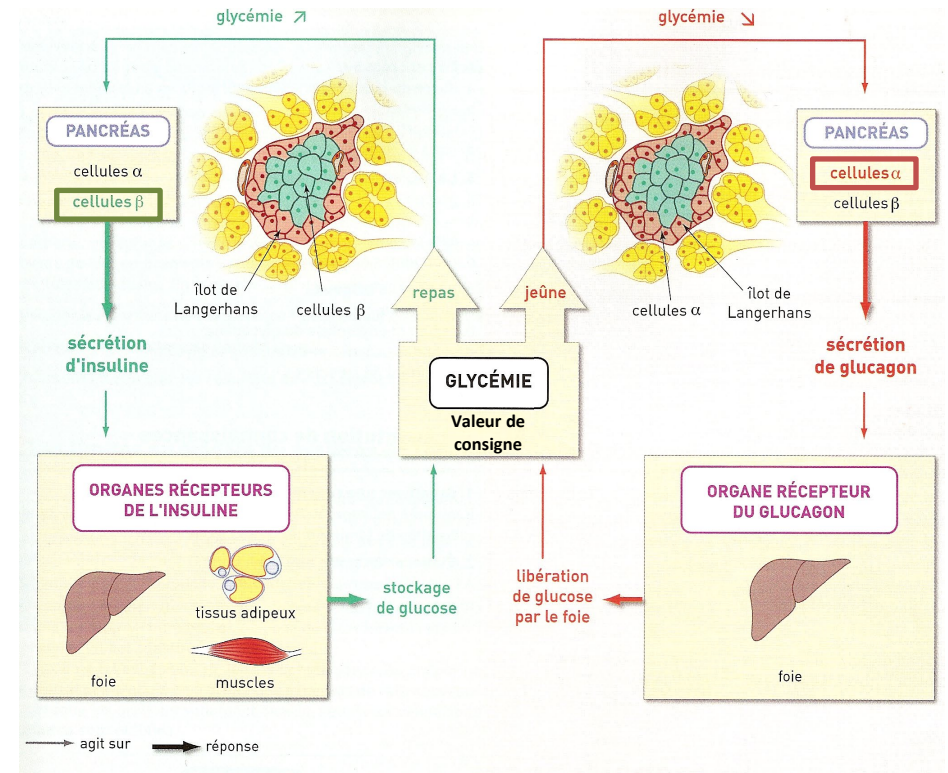
**>> En cas d'hypoglycémie, par exemple lors du jeûne (glycémie < valeur de consigne)**

Les **cellules α** détectent la **baisse de glycémie** et libèrent dans le sang, en réponse, du **glucagon** qui agit sur le **foie** où il déclenche la **glycogénolyse** (et la **néoglucogenèse**), puis la **libération de glucose** dans le **plasma**, ce qui permet le **rétablissement** de la **valeur de consigne**.

**>> En cas d'hyperglycémie, par exemple en période post-prandiale (= après un repas) (glycémie > valeur de consigne)**

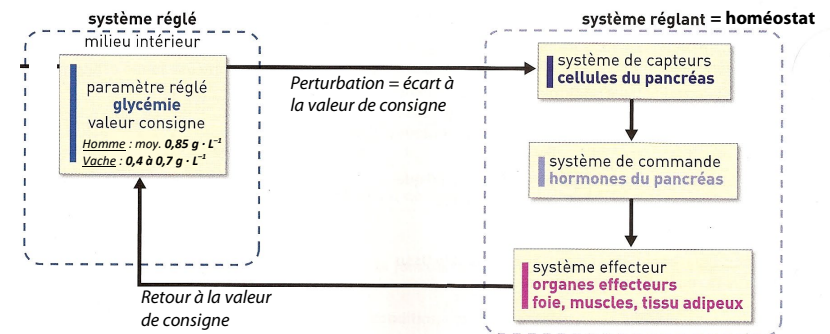
Les **cellules β** détectent la **hausse de glycémie** et libèrent dans le sang, en réponse, de l'**insuline** qui agit sur :

- le **foie** et les **muscles** où elle déclenche la **captation de glucose** d'origine plasmatique puis la **glycogénogenèse** (assurant un **stockage cellulaire de glucose** sous forme polymérisée).
  - le **tissu adipeux** où elle déclenche la encore la **captation de glucose** d'origine plasmatique puis, cette fois, sa transformation en **lipides**, notamment en **triglycérides (lipogenèse)**.
- Ces captations font **baisser la glycémie**, ce qui permet le **rétablissement** de la **valeur de consigne**.



### A. Principe de la régulation de la glycémie.

D'après ROJAT et al. (2007), légèrement modifié.

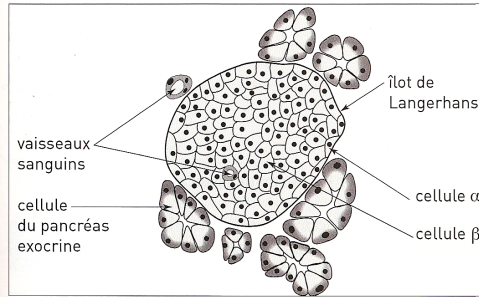
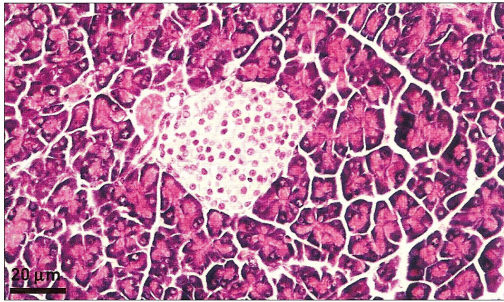


### B. Boucle de régulation de la glycémie.

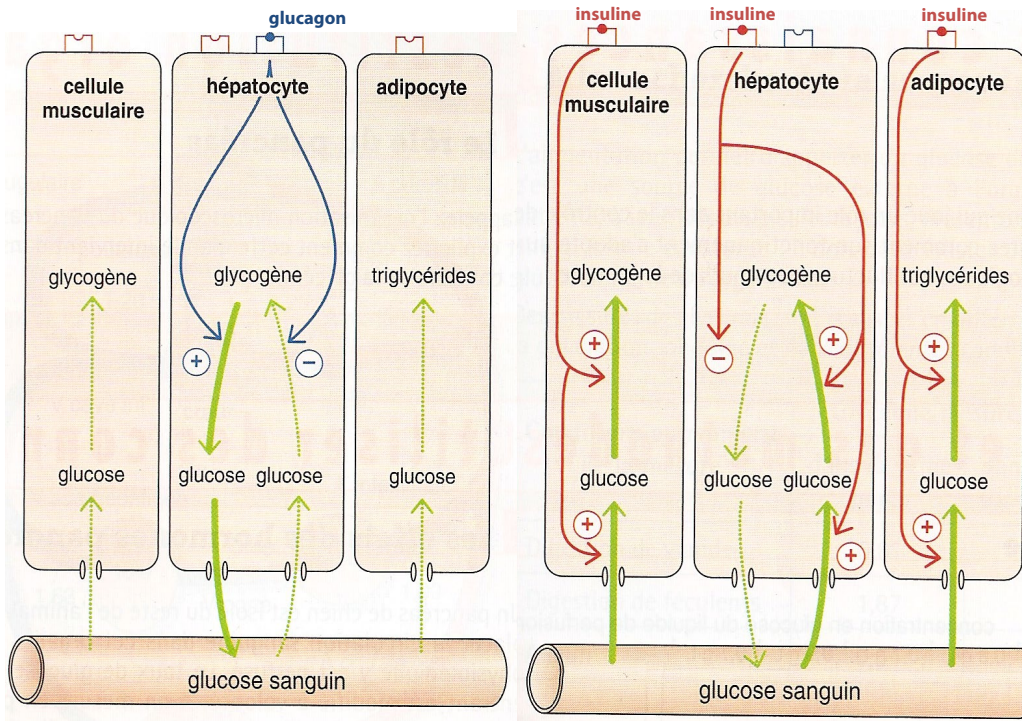
D'après ROJAT et al. (2007), modifié.

▲> **FIGURE 61 bis. Boucle de régulation.** D'après ROJAT et al. (2007), modifié.





**C. Histologie du pancréas avec focus sur un îlot de LANGERHANS.**  
D'après ROJAT *et al.* (2007).



**C. Principe de fonctionnement des principales hormones pancréatiques sur les effecteurs majeurs de la régulation à court terme de la glycémie.**  
D'après LIZEAUX, BAUDE *et al.* (2007).

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

#### **Adaptation : physiologie vs. biologie évolutive**

Ne pas confondre :

- Une **adaptation physiologique** qui correspond à ce que nous venons de définir.
- Une **adaptation évolutive** 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

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

- Les **limites de l'organisme** en lien avec l'environnement, à savoir le **tégument** à l'extérieur et les **muqueuses** dans les **cavités internes**, sont :

**Protection mécanique** ▪ Pour tous : une **protection mécanique** (contre les lésions) des **organes sous-jacents** ;

**Protection immunitaire** ▪ Pour tous : les **premières barrières physiques** à l'entrée d'**organismes étrangers pathogènes** (on parle d'anté-immunité), mais aussi les premiers lieux de la **réaction immunitaire** en cas d'entrée d'un **agent infectieux**.

(!) Notons sur des **cellules immunitaires** sont présentes dans la **plupart des tissus de l'organisme** et notamment dans ceux de la **peau** ou des **muqueuses**.

On peut parler d'**anté-immunité** pour désigner l'**ensemble des dispositifs protégeant l'organisme de l'entrée d'organismes infectieux** (voir plus loin : **tableau XIV**).

**Protection hydrique / osmotique** ▪ Pour le tégument surtout : un **agent de lutte contre le dessèchement** grâce à son imperméabilité, en lien avec l'**hostilité déshydratante** du milieu extérieur (l'air) ;

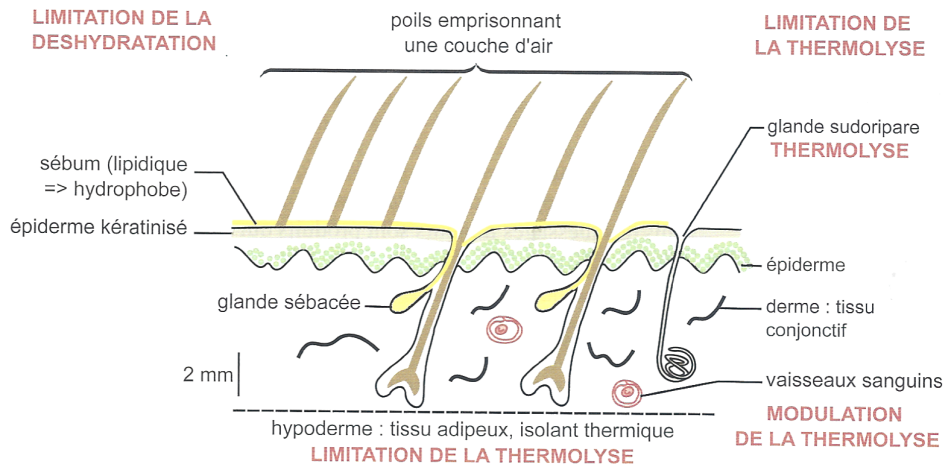
**Protection thermique** ▪ Pour le tégument : un **isolant thermique** face aux **fluctuations thermiques** du milieu extérieur (ici l'air) ;

- Pour le tégument : un lieu de **réception de stimuli** (pression, chaleur, douleur) ;
- Pour le tégument : un **acteur de la thermorégulation** (voir plus loin) ;

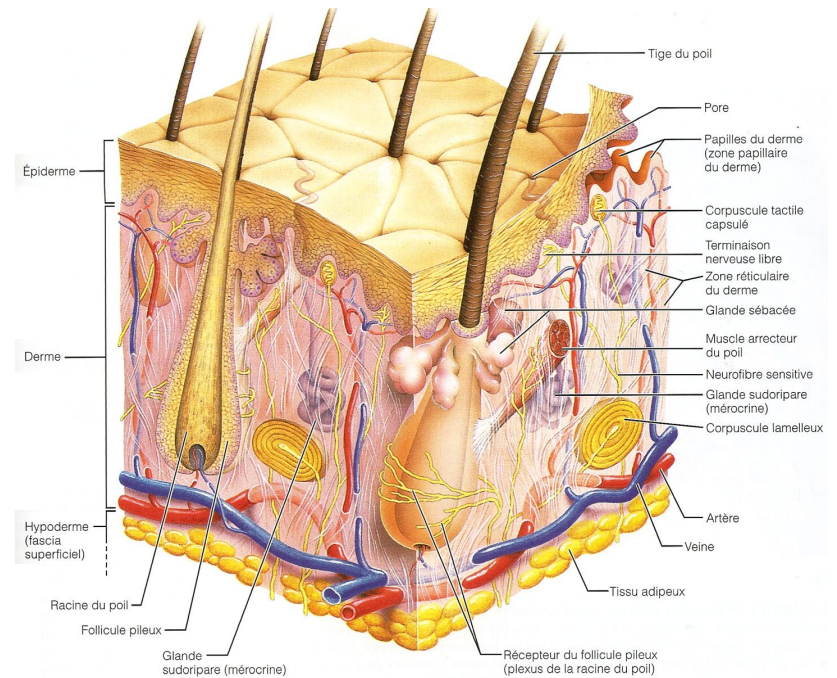
Les **quatre types de protection** conférée par la **peau** (notamment).

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

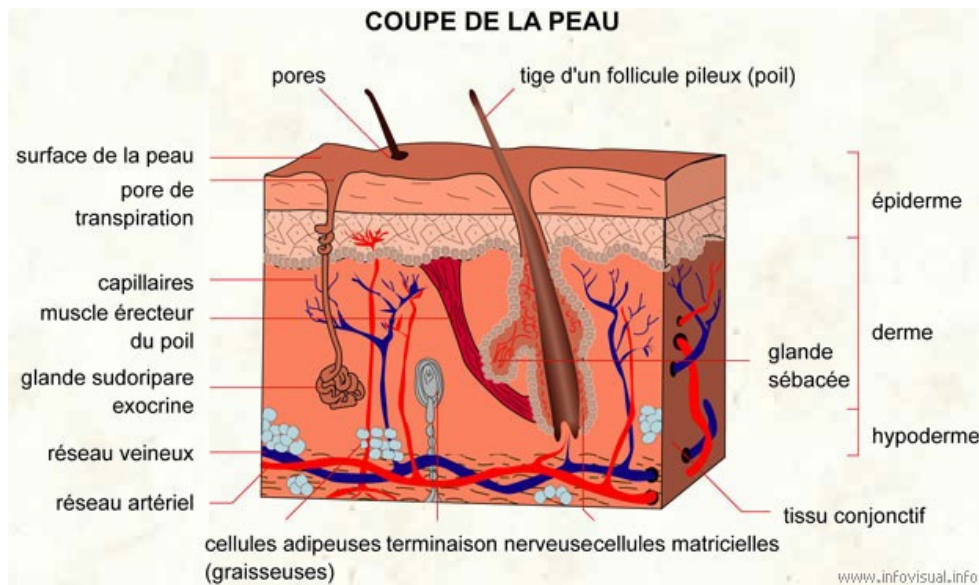




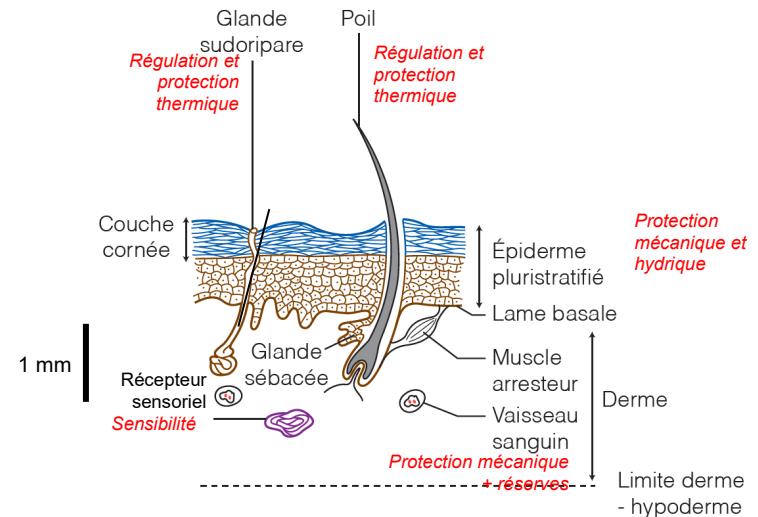
▲ FIGURE 62. La peau des Mammifères : 1<sup>er</sup> vision. D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021)



▲ FIGURE 64. La peau des Mammifères : 3<sup>e</sup> vision. D'après MARIEB (2015)



▲ FIGURE 63. La peau des Mammifères : 2<sup>e</sup> vision. <http://anatomieludique.unblog.fr/la-peau/> (consultation janvier 2012)



▲ FIGURE 65. La peau des Mammifères : vision simplifiée. D'après SEGARRA *et al.* (2013), modifié

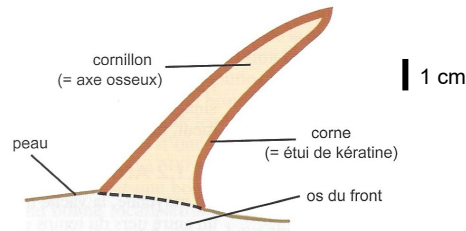
### c. Les sabots, les poils et (pour partie) les cornes, phanères de la Vache

#### α. Les sabots, ongles hypertrophiés servant d'appui au sol



▲ FIGURE 66. **Sabots et autopodes antérieurs de la Vache.**  
D'après Wikipédia (cliché S. KÜHN 2010, Dresde, G)

#### β. Les cornes, étuis de kératine autour d'un cornillon osseux à fonction défensive et offensive



▲ FIGURE 67. **Corne de bovidé : coupe très schématique.**  
D'après PEYCRU *et al.* (2017)

#### 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.  
Il est évidemment hors de question de traiter ce système complexe dans le cadre de ce chapitre.

Système de défense	Structures et/ou molécules impliquées
<p><b>Anté-immunité</b> Ensemble de dispositifs protégeant l'organisme de l'entrée d'organismes infectieux.</p>	<p>- <b>Barrières mécaniques :</b>                      ° aspects <b>anatomiques</b> : <b>peau, muqueuses</b> et leurs <b>sécrétions</b> (y compris les poils)                      ° aspects <b>dynamiques</b> : <b>renouvellement</b> de l'air par <b>ventilation, péristaltisme, mouvements ciliaires...</b></p> <p>- <b>Barrières physico-chimiques : sécrétions antibactériennes</b> (exemple du <b>lysozyme</b> dans : salive de nombreux Mammifères <b>mais pas la Vache</b>, larmes, lait maternel, mucus, suc gastrique...), <b>pH</b> de certaines cavités (ex. estomac), <b>température</b> interne...</p> <p>- <b>Barrières écologiques : flore microbienne commensale</b> empêchant par compétition l'installation de souches pathogènes, <b>comportement d'évitement</b> d'aliments à l'odeur ou l'aspect vicié...</p>

<p><b>Immunité innée</b> Ensemble de dispositifs défendant l'organisme contre des agents infectieux sans reconnaissance spécifique de l'agent.</p>	<p>° <b>Cellules de défenses</b> : nombreux <b>globules blancs = leucocytes</b> situés dans des <b>tissus variés</b> (<b>mastocytes, macrophages, cellules dendritiques...</b>) ou dans <b>le sang et la lymphe</b> (<b>polynucléaires, monocytes...</b>).</p> <p>° <b>Peptides et protéines</b> : <b>récepteurs</b> au soi / au non-soi, <b>peptides anti-microbiens</b>, système du <b>complément</b>, <b>protéines de la phase aiguë, interférons...</b></p>
<p><b>Immunité adaptative (= acquise)</b> Ensemble de dispositifs défendant l'organisme contre des agents infectieux avec reconnaissance spécifique de l'agent.</p>	<p>° <b>Cellules</b> : <b>lymphocytes B</b> (producteur d'anticorps) et <b>lymphocytes T</b> (destructeurs de cellules infectées ou anormales), <b>cellules présentatrices d'antigènes...</b></p> <p>° <b>Peptides et protéines</b> : <b>récepteurs antigéniques</b> spécifiques, <b>immunoglobulines...</b></p>

#### 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

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

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

#### Vocabulaire de la régulation : rappels de la page 49

- **Paramètre réglé = variable réglée** = paramètre physiologique modulé par un système de régulation. *lci* : la température centrale
- **Valeur de consigne = point de consigne** = valeur stable d'un paramètre physiologique réglé dans des conditions physiologiques normales. *lci* : 38,5 °C
- **Système réglé = tissu, organe ou compartiment subissant une régulation.** *lci* : l'ensemble de l'organisme
- **Système réglant = homéostat** = ensemble des dispositifs assurant la régulation d'un paramètre. *lci* : systèmes de détection / communication / contrôle + organes effecteurs détaillés ci-après
- **Boucle de régulation** = système de régulation où la variation d'un paramètre aboutit in fine à la correction de la perturbation de ce paramètre et au retour à une valeur moyenne. Il y a donc **rétroaction** (= **retrocontrôle = feedback**), c'est-à-dire que **le paramètre est le point de départ d'un système physiologique qui influence sa propre variation.**



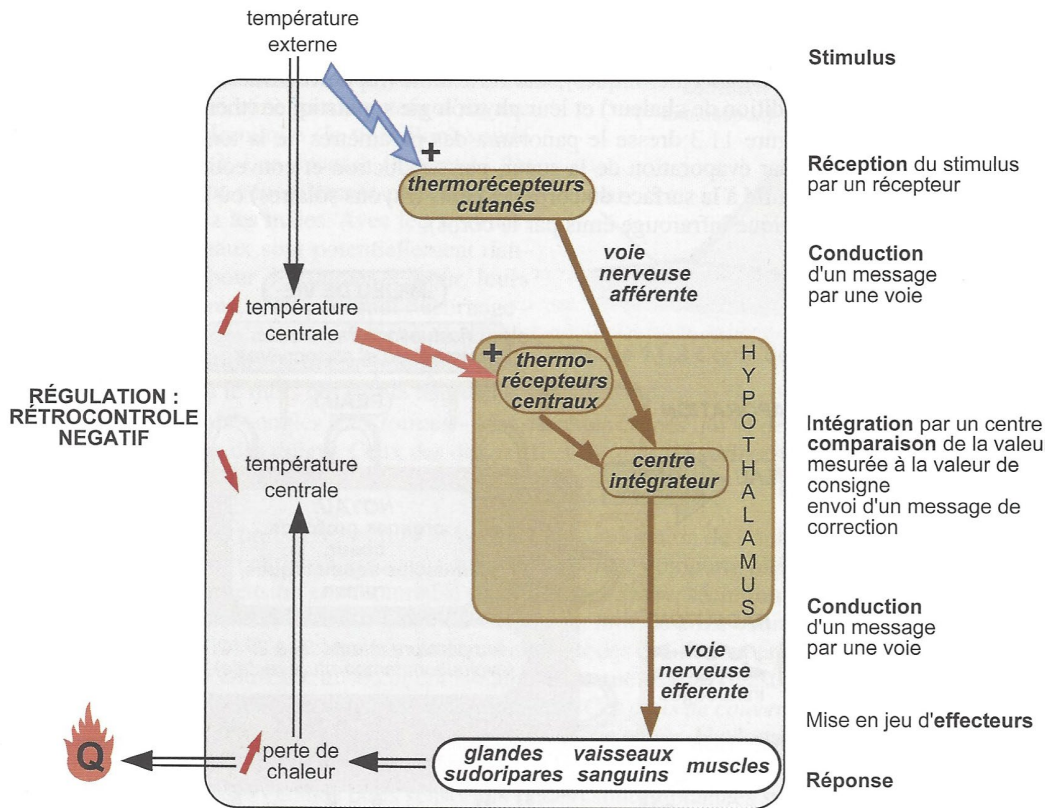


Schéma général de la thermorégulation.

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

**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

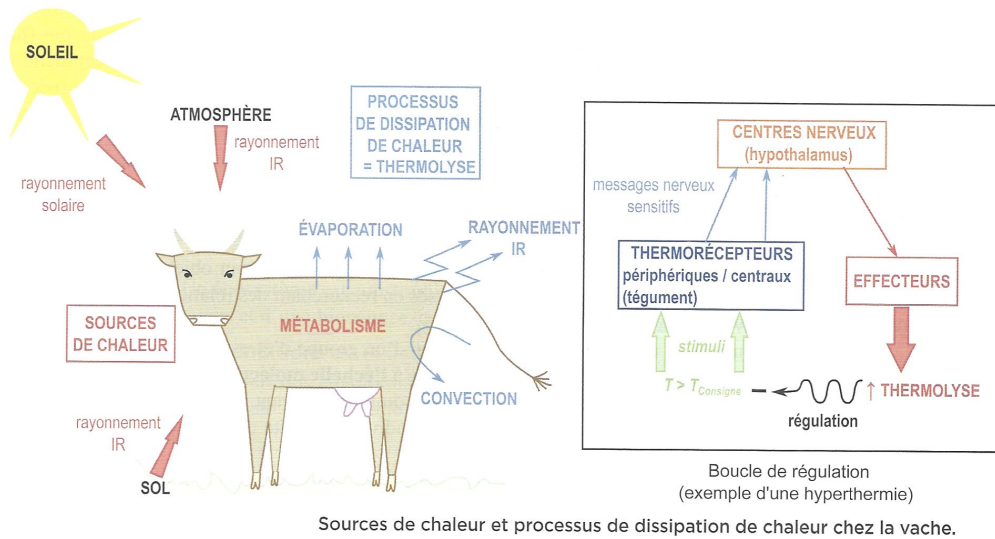
▼ **TABLEAU XIV bis. Effecteurs de la thermorégulation.**  
D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021)

Effecteurs	Processus permettant d'augmenter la thermolyse	
Glandes sudoripares	Sudation augmentée	Évaporation d'eau en surface du tégument qui consomme de la chaleur
Capillaires sanguins périphériques	Vasodilatation	Augmentation des transferts de chaleur en surface : tégument, oreilles, queue, cornes
Muscles mis en jeu dans la ventilation pulmonaire	Polypnée = augmentation de la fréquence ventilatoire (faible contribution chez la vache)	Évaporation d'eau augmentée au niveau de la muqueuse buccale, de la langue
Effecteurs	Processus permettant d'augmenter la thermogenèse / de limiter la thermolyse	
Glandes sudoripares	Réduction de la sudation	
Capillaires sanguins périphériques	Vasoconstriction	Limitation des transferts de chaleur
Muscles horripilateurs	Érection des poils par contraction des muscles horripilateurs	Emprisonnement d'une couche d'air = isolant thermique
Muscles	Contraction involontaire : frisson thermique	Production de chaleur
Tissus en général	Augmentation du métabolisme	Production de chaleur

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

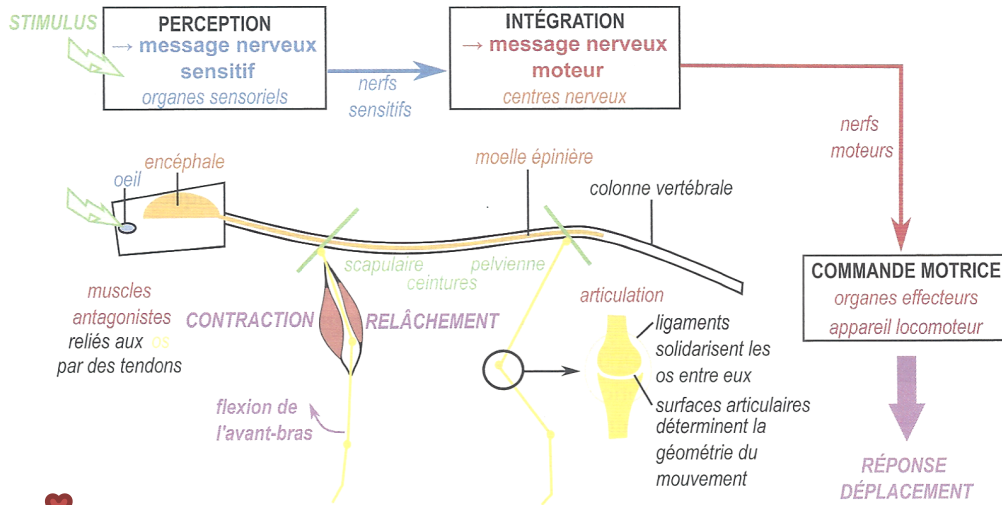
**γ. La boucle de la thermorégulation**

**δ. Une température interne, produit de la thermorégulation et des fluctuations environnementales**



▲ FIGURE 68 bis. **Thermorégulation et environnement.**  
D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021)

### E. Un exemple de coopération entre systèmes des fonctions de relations : le déplacement de l'animal suite à la perception d'un stimulus



▲ FIGURE 68 ter. **De la perception d'un stimulus (ici visuel) au déplacement de l'animal.**  
D'après PERRIER, BEAUX *et al.* (2021)

**Bilan (adapté du programme)**

- ✓ La **survie individuelle** des organismes dépend de leur **perception du milieu** et de leur capacité de **réaction** et/ou de leurs **systèmes de protection**.
- ✓ Les **informations** perçues par les **récepteurs sensoriels** sont **intégrées** au niveau du **système nerveux central** qui élabore des **réponses**. Le **déplacement** de l'animal suite à la **perception** d'un **stimulus** met en jeu son **squelette** et les **muscles striés** associés.
- ✓ Le **tégument** joue un rôle d'**isolant thermique** et de **barrière** contre les agents **pathogènes** et les **parasites**. Face aux **variations** d'origine **interne** ou **externe**, les **interrelations** entre **fonctions** permettent une **réponse** de l'organisme.
- ✓ Une **boucle de régulation** permet le retour à une **valeur de consigne** d'un **paramètre physiologique** suite à la **détection** de ses **variations** par des **récepteurs**, au **traitement** et à l'**intégration** de l'**information** conduisant à une **réponse coordonnée** liée à des **effets** sur des **organes cibles** (effecteurs).

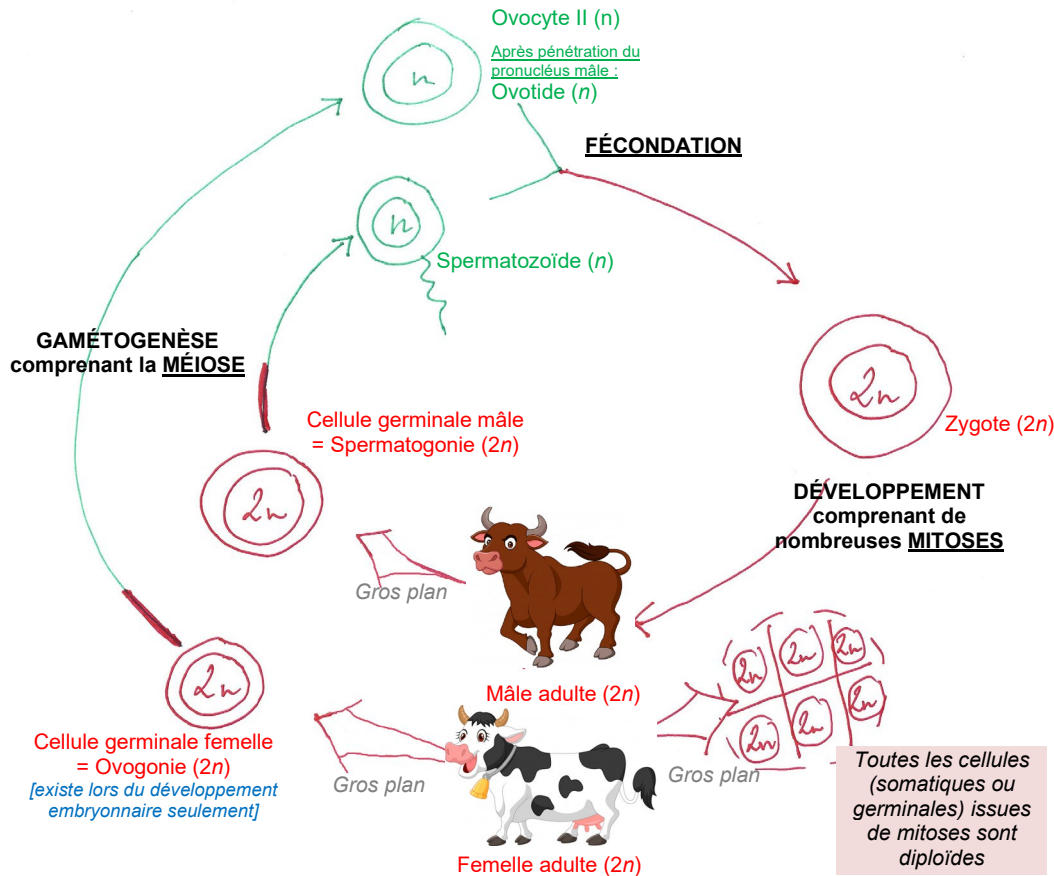
# IV. La Vache, un organisme qui peut produire de nouveaux individus de la même espèce qui subissent ensuite un développement : les fonctions de reproduction (s. I.)

Voir le BCPST2 sur la reproduction animale

## A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique

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

2. Un cycle de vie diphasique monogénétique diplophasique



▲ FIGURE 69. Cycle de vie des Mammifères (un exemple de Métazoaires). Schéma original.

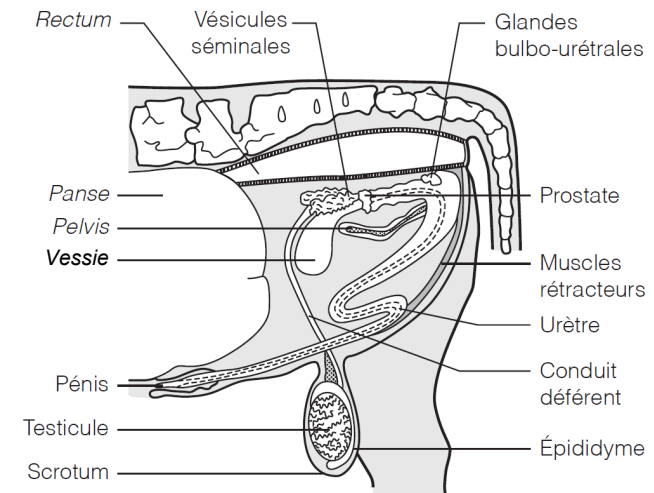
La phase diploïde ( $2n$ ) est en rouge et la phase haploïde ( $n$ ) est vert, conformément aux conventions. En gras : les grands phénomènes du cycle (avec les processus génétiques soulignés).

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

Voir BCPST2 sur la reproduction animale où sont abordées les caractéristiques des 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



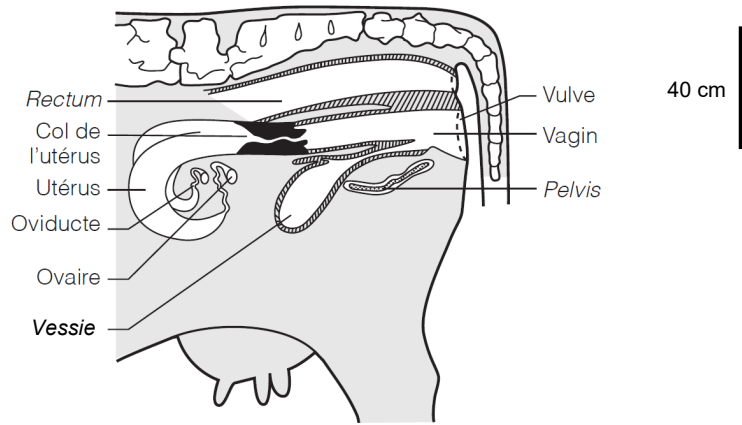
▲ FIGURE 70. Appareil reproducteur du Taureau. En italique : n'appartient pas à l'appareil reproducteur. D'après SEGARRA et al. (2014)

b. Une production continue de spermatozoïdes

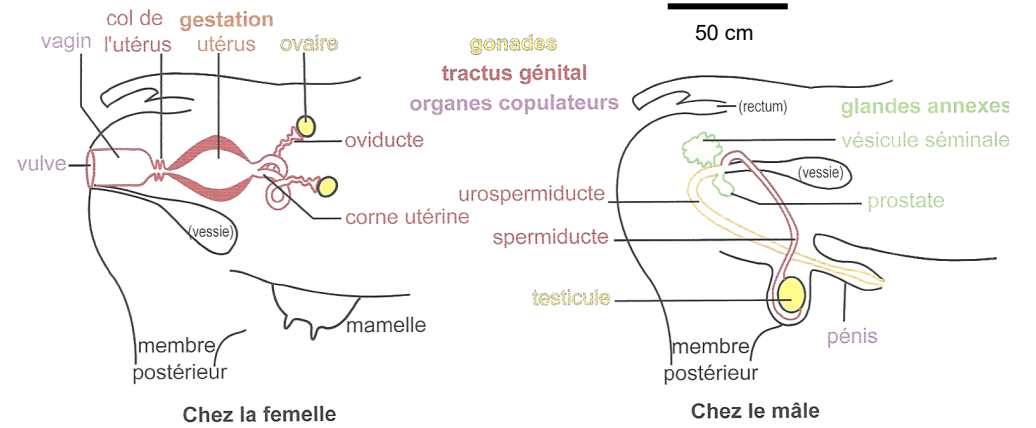
### 2. La production de gamètes chez la femelle (Vache)

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





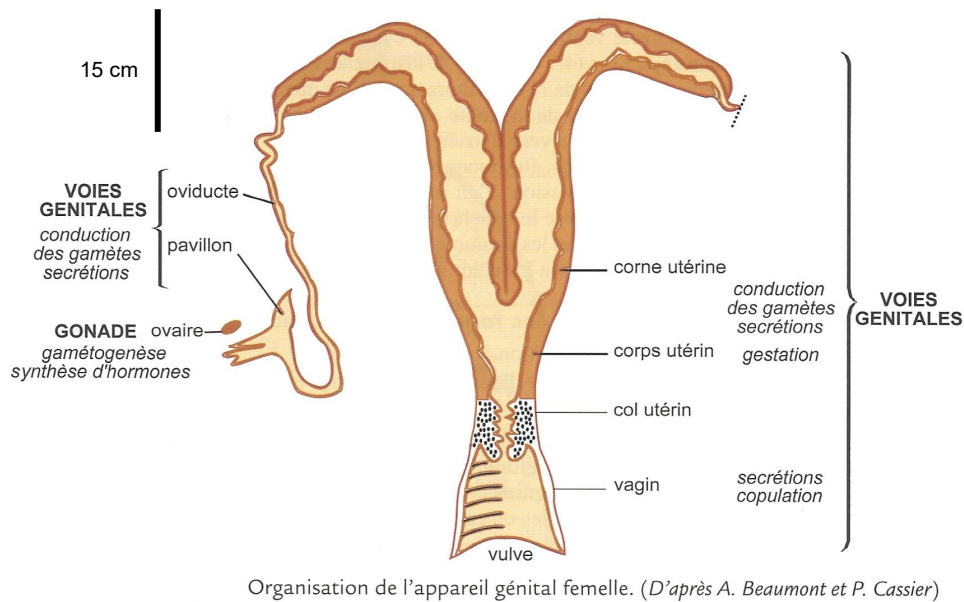
▲ FIGURE 71. **Appareil reproducteur de la Vache (vue de profil).**  
*En italique : n'appartient pas à l'appareil reproducteur. D'après SEGARRA et al. (2014)*



▲ FIGURE 72 bis. **Appareils reproducteurs femelle et mâle : une vision simple (vue latérale).**  
 D'après PERRIER, BEAUX et al. (2021)

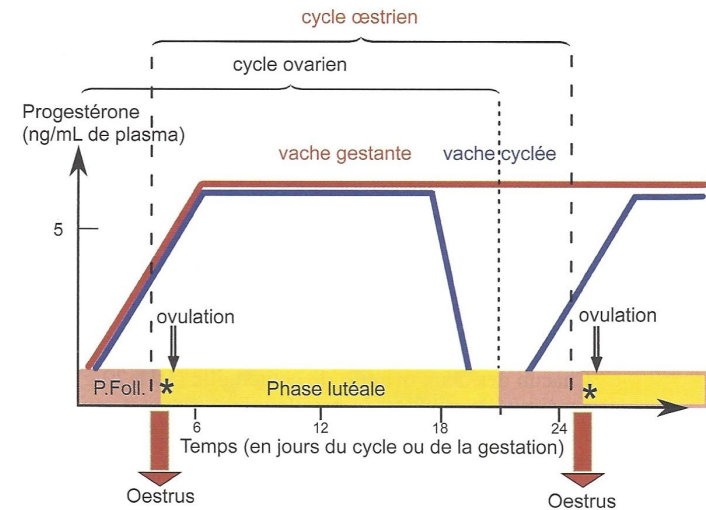
**b. Un fonctionnement par cycles menstruels affectant les ovaires, l'utérus et le comportement reproducteur**

**a. Une cyclicité de 21 jours en moyenne**



Organisation de l'appareil génital femelle. (D'après A. Beaumont et P. Cassier)

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

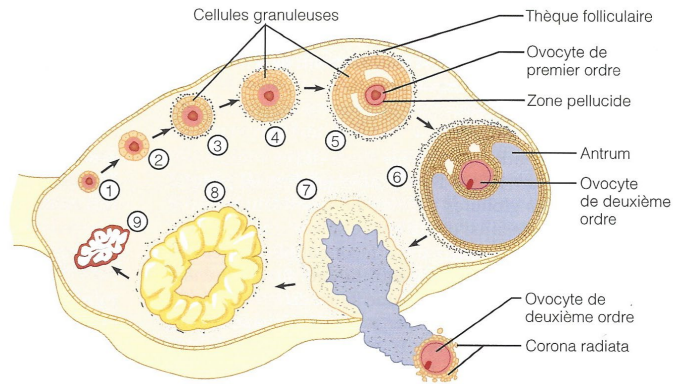


Le cycle ovarien et le cycle œstrien de la vache.

(P.Foll. : phase folliculaire). L'astérisque (\*) indique le moment idéal pour une insémination artificielle.

▲ 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).

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



Pas à l'échelle

▲ 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)

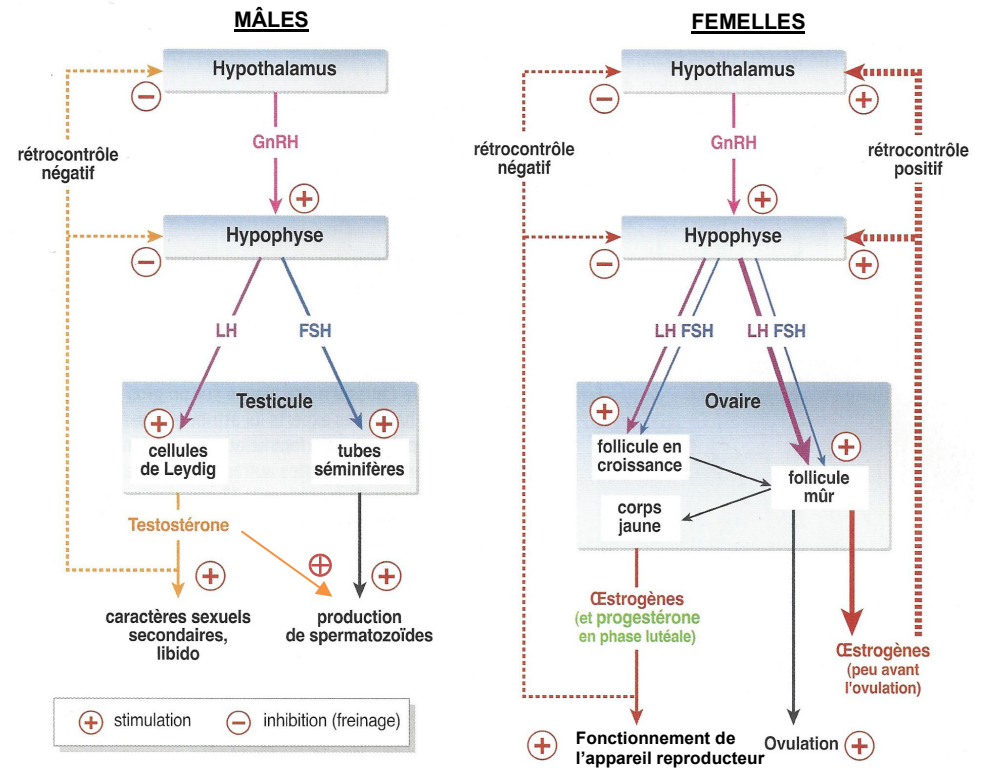
### γ. Un cycle utérin : le développement de la muqueuse utérine et son évacuation par les menstruations (= règles)

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

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

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

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



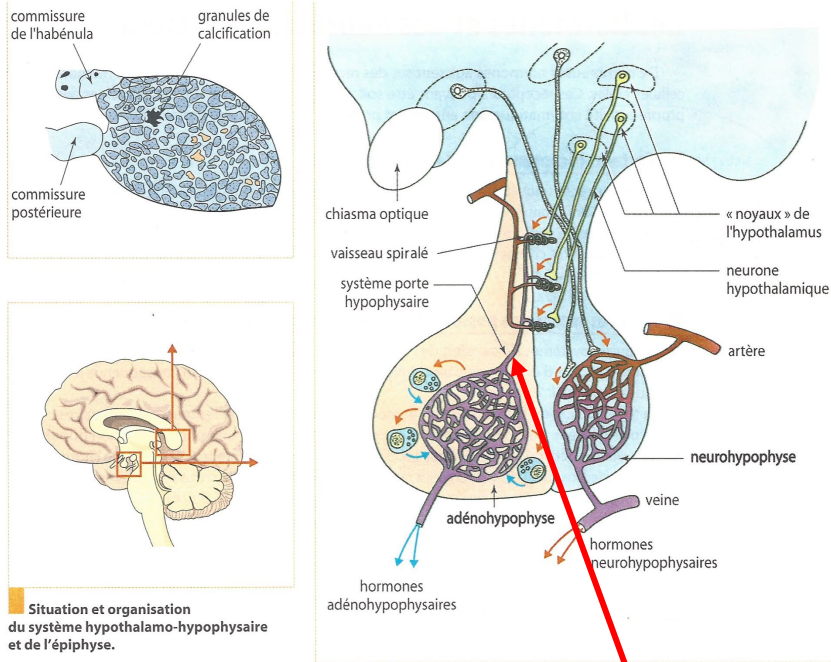
▲ FIGURE 75. **Le contrôle de la fonction de reproduction : vision simplifiée.** Les inhibines ne sont pas figurées. D'après LIZEAUX, BAUDE *et al.* (2008).

Principe :

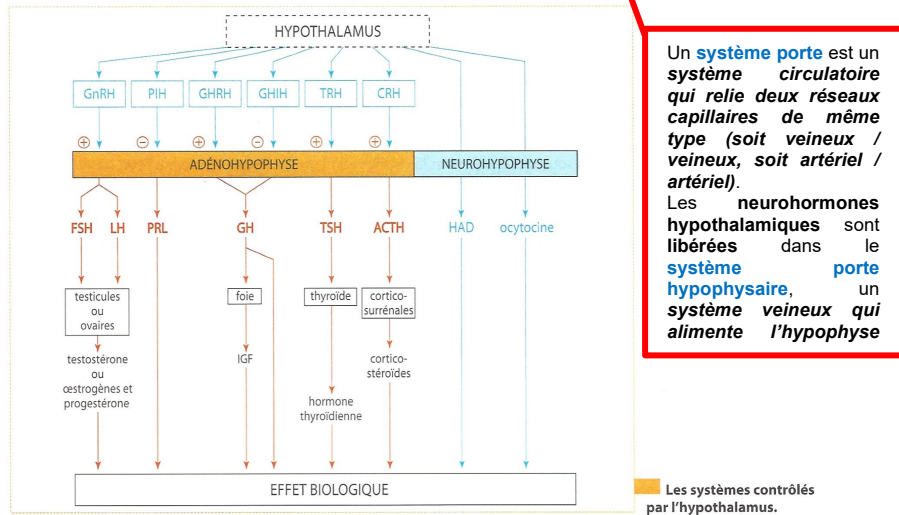
- Hypothalamus (GnRH // neurohormone)  
(+) stimulation ↓
- Hypophyse (LH, FSH // hormones adénohypophysaires)  
(+) stimulation ↓ (-) rétro-inhibition
- Gonades (hormones sexuelles) → (+) stimulation → GAMÉTOGÈSE  
(+ COMPORTEMENT REPRODUCTEUR)  
(+ ÉVOLUTION CYCLIQUE UTÉRINE)

## Encadré H Le complexe hypothalamo-hypophysaire (CHH)

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



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).

## L'hypothalamus

L'hypothalamus est une zone de la partie basse de l'encéphale (au niveau de la face ventrale) correspondant à plusieurs noyaux (figure a). Un noyau, en neuro-anatomie (ne pas confondre avec le sens du mot en biologie cellulaire !), désigne un ensemble de corps cellulaires regroupés dans une zone du système nerveux central.

Les axones des neurones hypothalamiques descendent ensuite dans l'hypophyse (figure a).

## L'hypophyse

L'hypophyse est une petite glande cordiforme située sous le plancher ventral du cerveau auquel elle est reliée par l'infundibulum. Elle est notamment en lien avec l'hypothalamus.

L'hypophyse est composée de deux parties correspondant aux deux lobes qui la constituent (figure a) :

- L'adénohypophyse ou anté-hypophyse qui correspond au lobe antérieur. C'est la partie glandulaire de l'hypophyse constituée de cellules endocrines sécrétrice d'hormones peptidiques. Elle est alimentée par un système porte – dit système hypothalamo-hypophysaire. Ces vaisseaux proviennent de l'infundibulum où ils sont au contact de terminaisons nerveuses de neurones hypothalamiques. À cet endroit, les terminaisons axonales sécrètent des neurohormones (exemple GnRH) qui, en passant par ces vaisseaux, stimulent ou inhibent les cellules adénohypophysaires situées en aval qui, à leur tour, répondent en produisant plus ou moins d'hormones hypophysaires (exemples : LH, FSH).
- La neurohypophyse ou post-hypophyse qui correspond au lobe postérieur. C'est la partie nerveuse de l'hypophyse constituée d'axones d'origine hypothalamique. Les terminaisons axonales y libèrent des neuro-hormones qui partent directement dans le reste de la circulation.

## b. Chez le Taureau

## c. Chez la Vache

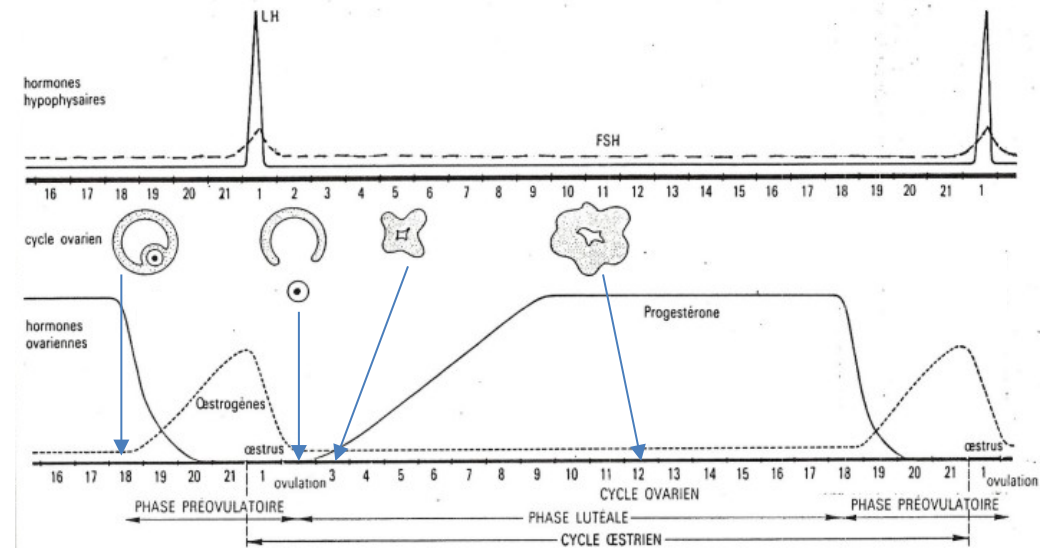


FIGURE 76. Axe gonadotrope et cycle menstruel de la Vache.



Les inhibines ne sont pas figurées.

Le terme « phase préovulatoire » remplace celui de « phase folliculaire ».

<https://vache-normande.pagesperso-orange.fr/Pages/transplantation%20embryonnaire.html>

(consultation février 2021)

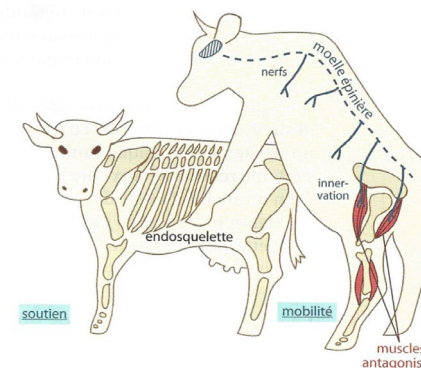
#### Juste avant l'ovulation

- Un fort taux d'œstrogènes amène au **passage d'un seuil de concentration** où le **rétrocontrôle** devient alors **positif** sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, d'où un pic de GnRH, et de LH et FSH ; le pic de LH / FSH déclenche
  - l'ovulation
  - l'oestrus.

#### Phase lutéale

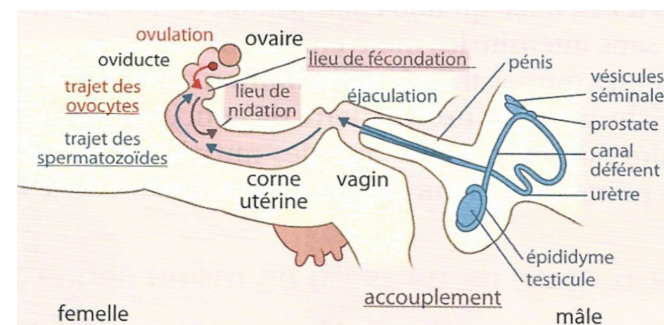
- La transformation du follicule rompu en corps jaune induit la transformation des cellules de la granulosa en cellules lutéales qui ne produisent plus les mêmes hormones : on note alors une chute de la production d'œstrogènes et une production de progestérone qui croît avec le développement du corps jaune.
- Ces hormones sexuelles induisent à nouveau un **rétrocontrôle négatif** sur l'axe hypothalamo-hypophysaire (d'où de faibles taux de GnRH, et LH / FSH).
- En fin de phase lutéale, la production de progestérone chute en lien avec la régression du corps jaune en *corpus albicans* qui finit par dégénérer. Cette chute du taux de progestérone déclenche entre autres les règles en début de cycle suivant.

**Important** : en cas de nidation, l'embryon produit une hormone chorionique gonadotrope bovine (bCG, *bovine chorionic gonadotrophin*) qui induit le maintien du corps jaune lors de la gestation, et avec elle de la production de progestérone (revoir figure 73 page 55). Cela explique le maintien de la muqueuse utérine lors du développement.



▲ 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)

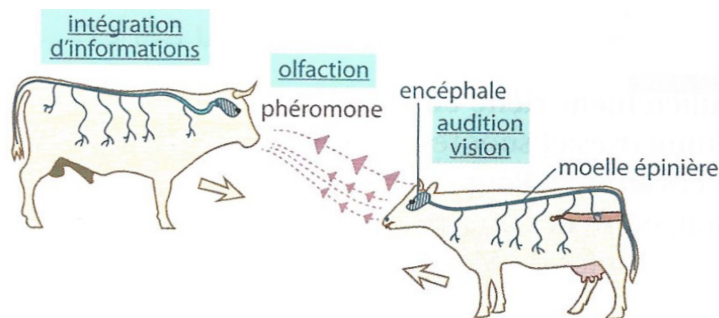
### c. Un acte copulatoire rare dans la plupart des élevages modernes où il est remplacé par une insémination artificielle

## 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

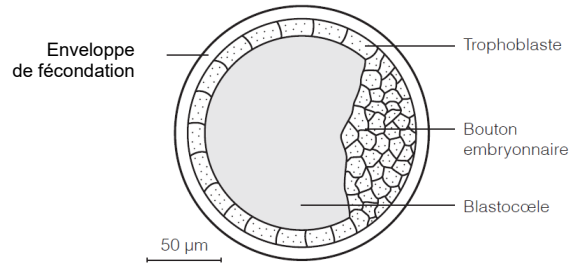
#### a. Développement, développement embryonnaire vs. post-embryonnaire, gestation : quelques repères conceptuels



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

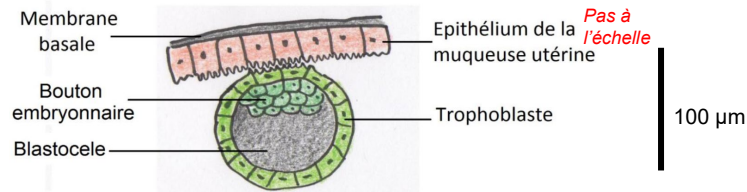
## b. Un développement prénatal de 290 jours (embryonnaire + fœtal)

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



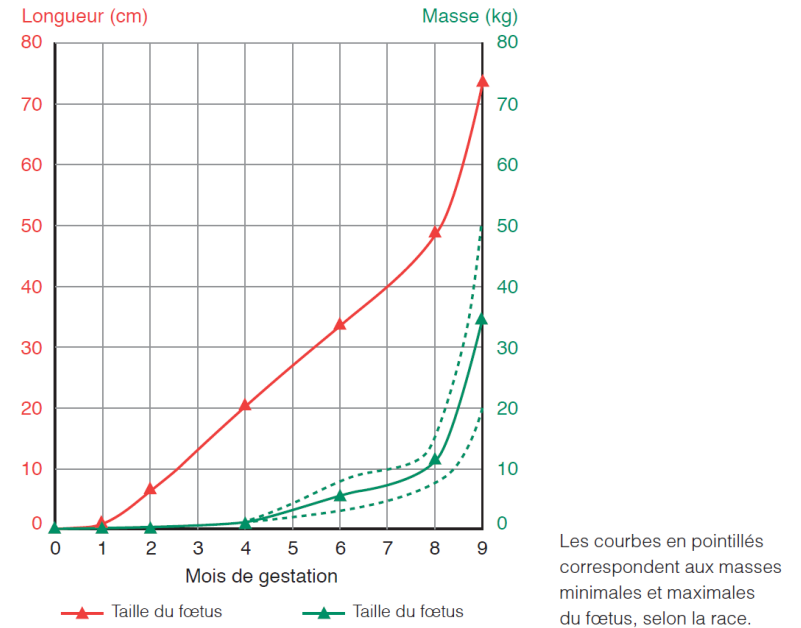
▲ FIGURE 80. **Blastocyste de Bovin.** D'après SEGARRA *et al.* (2014)

### 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

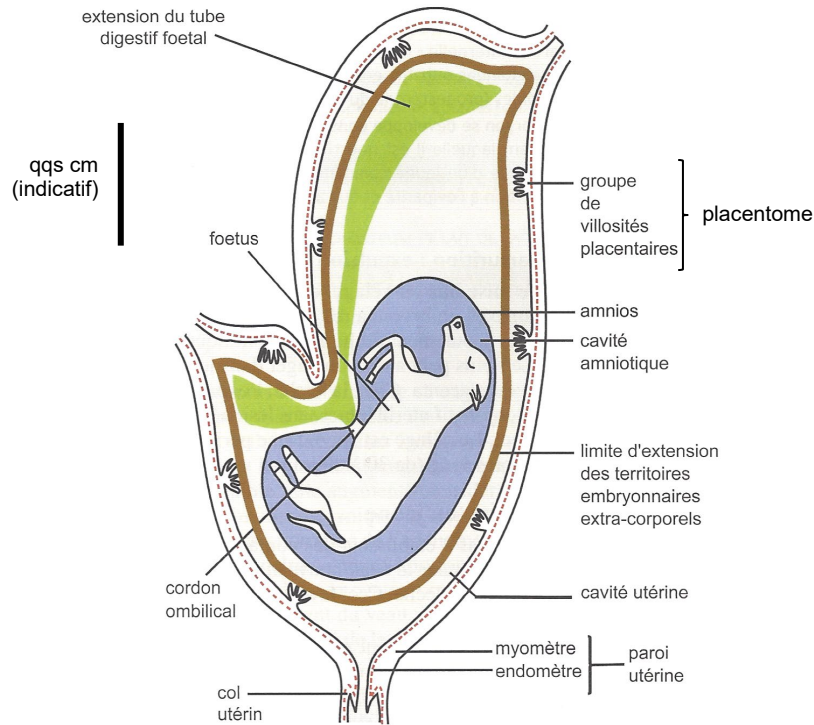


▲ FIGURE 82. **Évolution de la taille et de la masse du fœtus au cours du développement prénatal.** D'après SEGARRA *et al.* (2014)

▼ TABLEAU XV. **Quelques repères dans le développement bovin.** D'après SEGARRA *et al.* (2014)

		Date d'apparition (en jours de gestation)
Période embryonnaire	Premiers battements cardiaques	19-24
	Ébauche des membres antérieurs	28-31
	Ébauche des membres postérieurs	30-33
Période fœtale	Premiers poils	90
	Éruption des dents	110
	Corps entièrement recouvert de poils	230

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

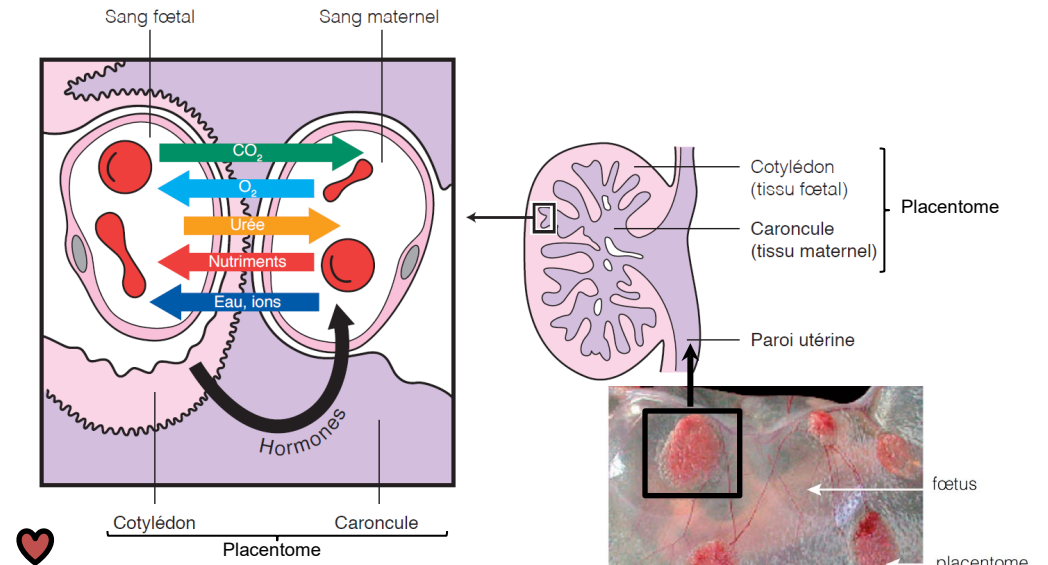


Utérus gravide avec fœtus, placenta et amnios (coupe longitudinale).  
(D'après Beaumont et Cassier)

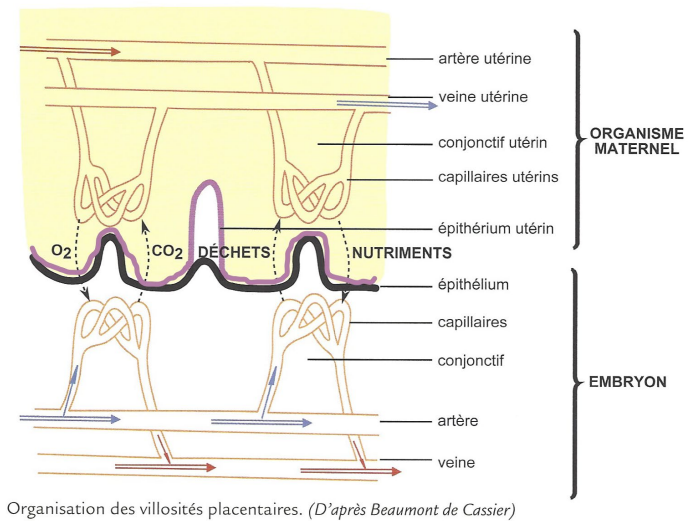
▲ FIGURE 83. **Fœtus bovin dans un utérus de Vache.** D'après PEYCRU *et al.* (2017)

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

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

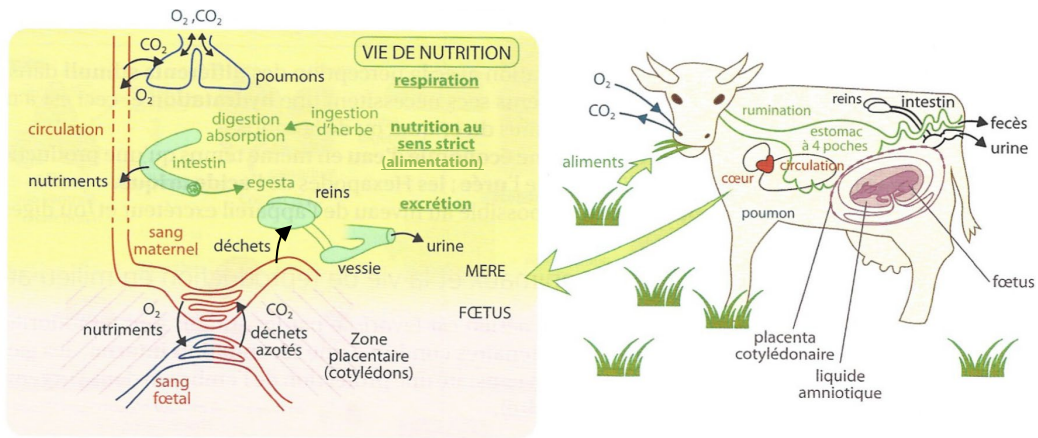


▲ FIGURE 84. **Organisation et principe de fonctionnement du placenta.**  
D'après SEGARRA *et al.* (2014), redispósé



▲ FIGURE 85. **Dimension respiratoire des échanges au travers de la barrière placentaire.**  
D'après PEYCRU *et al.* (2017), modifié.  
En rouge : sang hématosé. En bleu : sang pauvre en dioxygène.

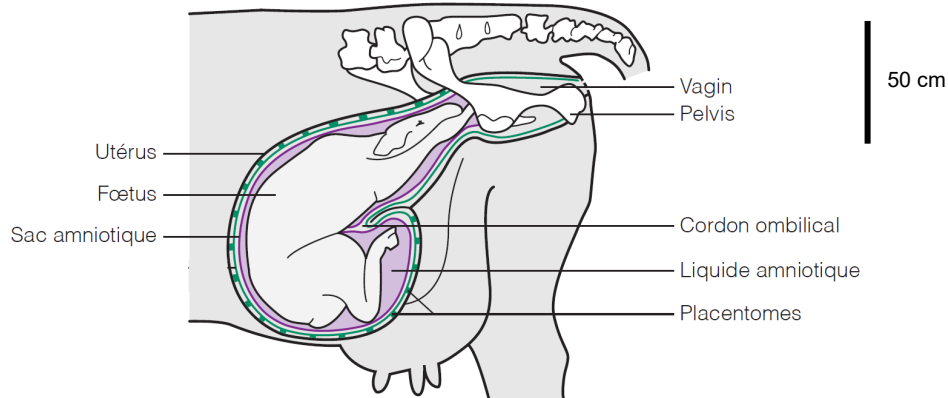




▲ FIGURE 86. **Liens nutritionnels entre organisme maternel et embryon (ou fœtus), et lien avec l'environnement : inscription dans la fonction globale de nutrition.**  
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017), modifié

### 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



▲ FIGURE 87. **Veau en position de parturition.**  
D'après SEGARRA *et al.* (2014), redispósé

Le **vêlage** intervient au terme des **280-290 jours de développement prénatal** et dure en général **quelques heures**. L'animal, **rompant les enveloppes** dans lesquelles il est contenu, sort par les **pattes antérieures et la tête** (figure 87). Souvent, l'éleveur scrute ce moment et **aide** – parfois avec un **vétérinaire**, notamment en cas de complications – **la Vache à mettre bas**.

### b. Un déclenchement hormonal

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

## 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

Désormais limite programme

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

▼ TABLEAU XVI. **Composition du colostrum et du lait de Vache (pourcentages massiques).**  
D'après PEYCRU *et al.* (2017)

COMPOSITION DU COLOSTRUM ET LAIT DE VACHE (% PONDÉRAUX MOYENS).

	eau	Sels minéraux	lactose	lipides	protéines
colostrum	76	1,1	2,7	6,7	13,5
lait	87,5	0,75	4,6	3,5	3,65

▼ TABLEAU XVII. **Composition du lait de Vache (concentrations massiques).**  
D'après SEGARRA *et al.* (2014)

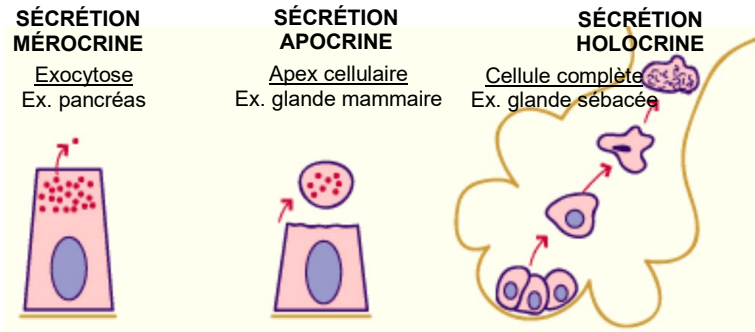
Composants	Eau	Matière grasse, dont: Glycérides Phospholipides Stérols	Matières azotées, dont: Caséines Protéines solubles (globulines, albumines...) Substances azotées non protéiques	Lactose	Sels minéraux, dont: Calcium (associé aux caséines) Phosphore Potassium Sodium Magnésium Chlore
g/L	905	<b>36-40</b> 36 0,4 0,1	<b>33</b> 27 5 1	<b>48-50</b>	<b>7-8</b> 1,25 1 1,5 0,5 0,1 1

Les caséines sont organisées en particules sphériques de 0,05 à 0,3 µm de diamètre. Ces particules sont appelées « micelles » de caséines.

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

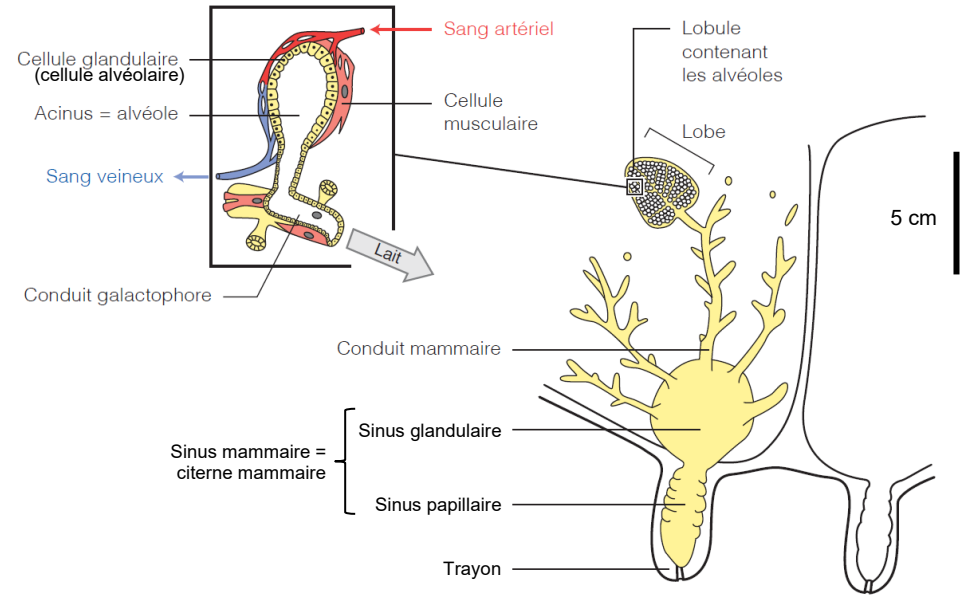
On peut distinguer **trois grands types de glandes exocrines** (= à **sécrétion dans les lumières ou à l'extérieur de l'organisme**) en fonction du mode de sécrétion (figure 89) :

- les **glandes holocrines** sécrètent des **cellules complètes, qui souvent exposent par rupture complète de la membrane plasmique**. C'est le cas par exemple de la glande sébacée.
- les **glandes apocrines** sécrètent leur contenu par **rupture de la membrane plasmique au niveau d'un pôle de la cellule, une partie du contenu cellulaire s'évacuant avec la sécrétion**. C'est le cas par exemple de la **glande mammaire**.
- les **glandes mérocrines** sécrètent leur contenu par **exocytose du contenu de vésicules de sécrétion**. C'est le cas par exemple du pancréas.



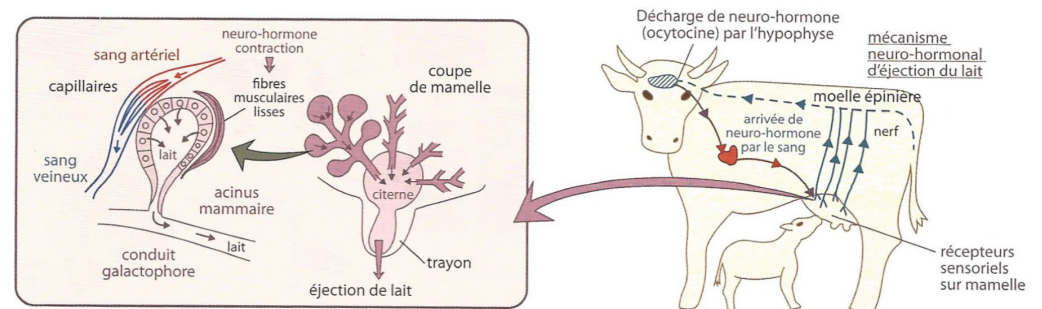
▲ FIGURE 89. **Typologie des glandes animales par type de sécrétion (glandes exocrines).**  
<https://www3.unifr.ch/apps/med/elearning/fr/epithel/epithel11.html>  
 (consultation février 2021)

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

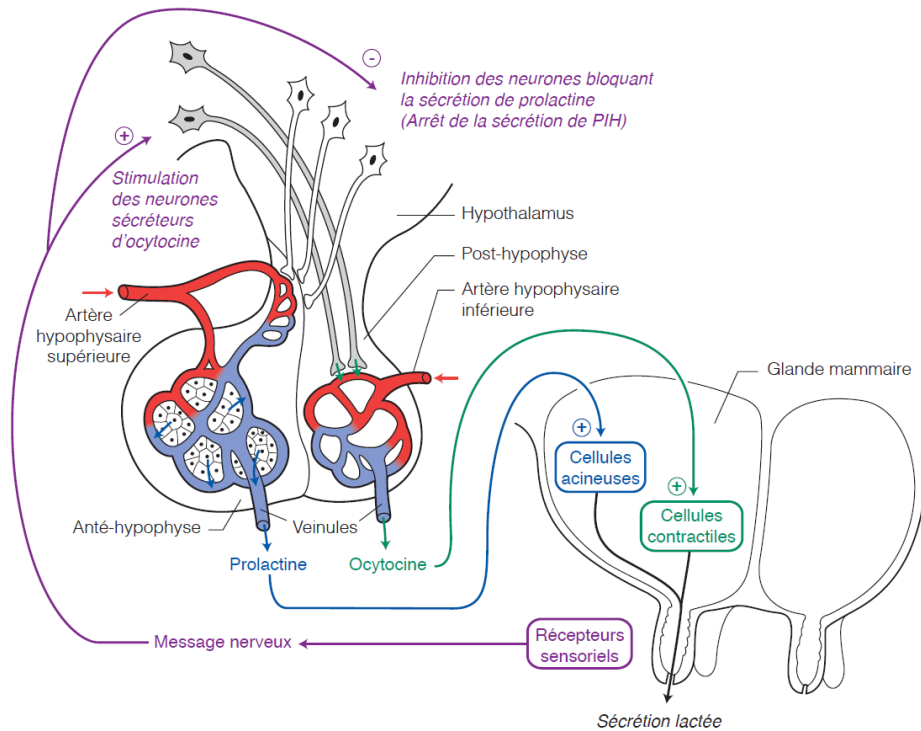


▲ FIGURE 88. **Organisation de la glande mammaire.**  
 D'après SEGARRA *et al.* (2014), modifié

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

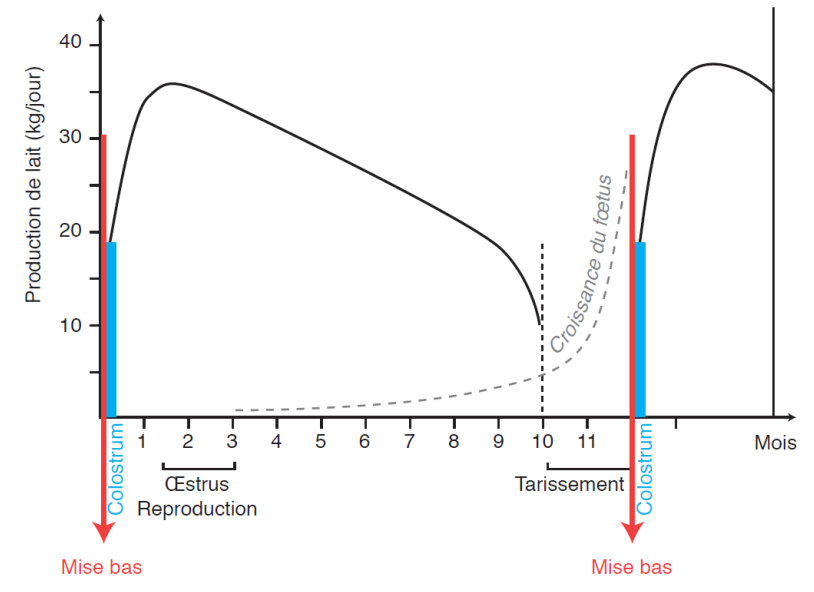


▲ FIGURE 90. **Organisation fonctionnelle de la glande mammaire et contrôle simplifié de la lactation.** D'après SAINTPIERRE *et al.* (2017)



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

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

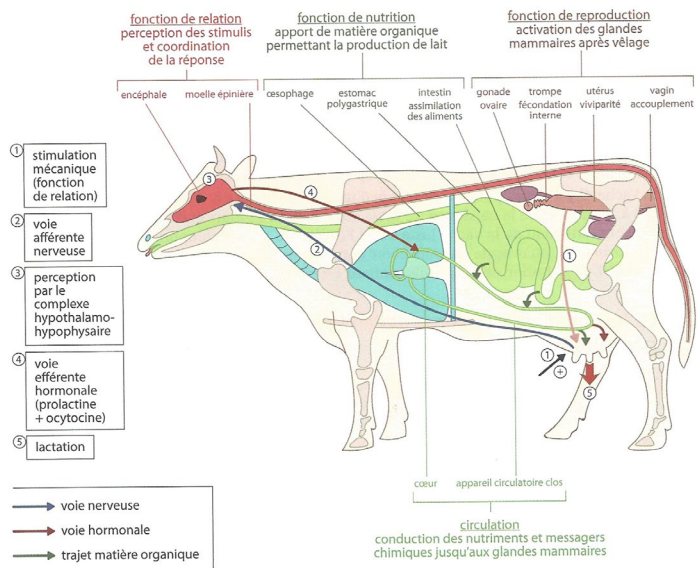


▲ FIGURE 92. Temporalité de la lactation chez une Vache d'élevage laitier.  
D'après SEGARRA *et al.* (2014)

**E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance**

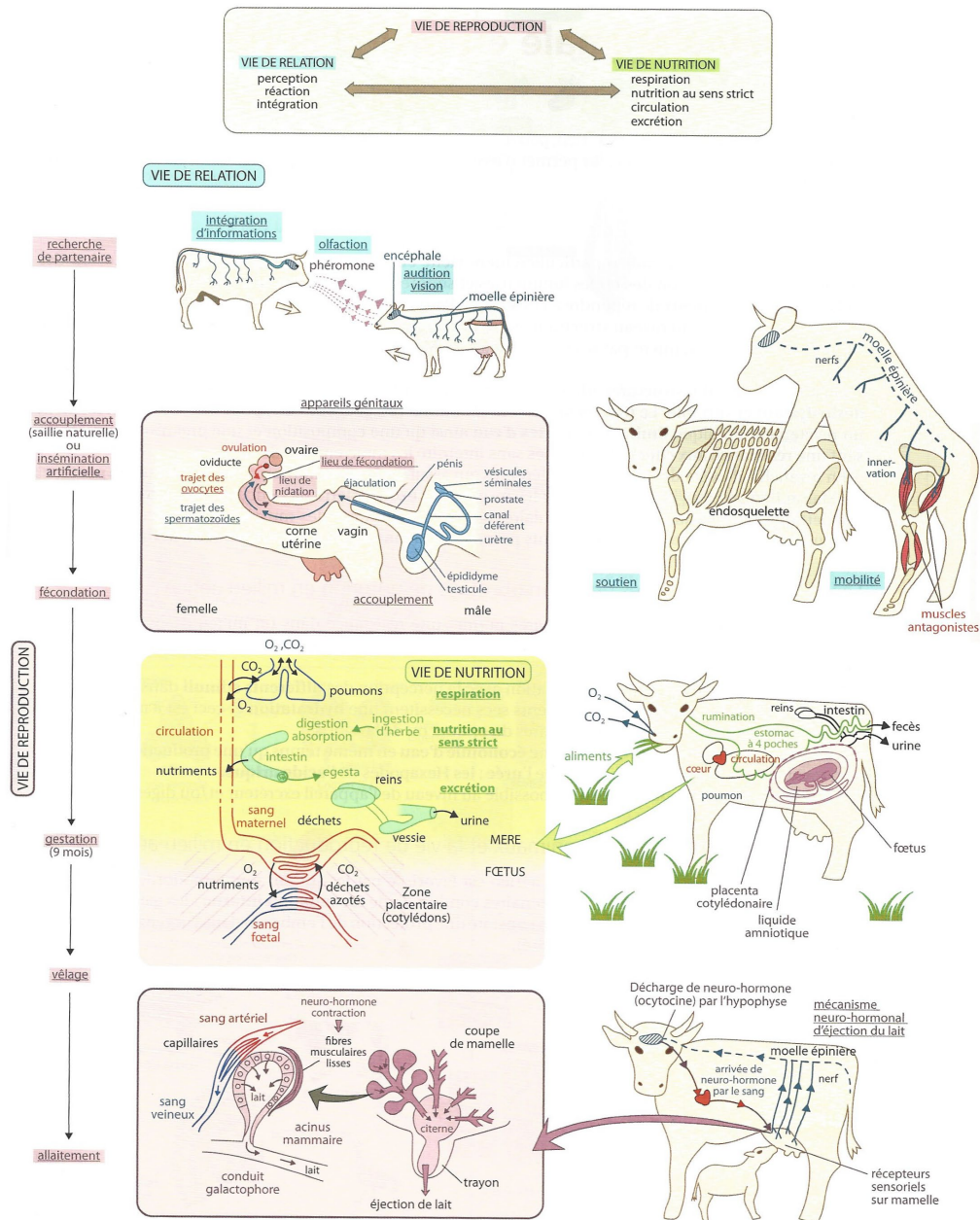
**F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation**





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)



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

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

## Bilan



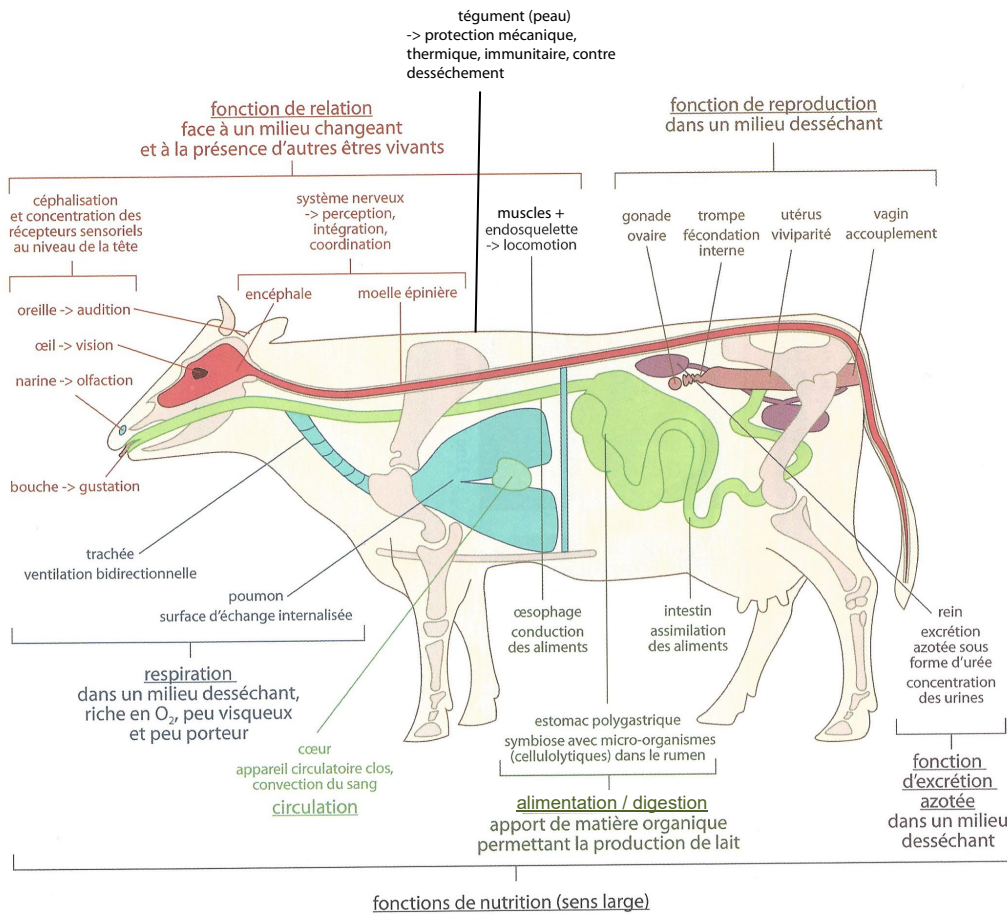
▼ TABLEAU XVIII. **Principales fonctions et appareils associés chez la Vache.**  
D'après PEYCRU *et al.* (2017)

	Fonction	Appareils, organes	Mots-clefs
<b>Fonction de relation</b>	Fonction motrice	Squelette, muscle	Membre redressé, onguligrade
	Sensibilité	Organes des sens	Vision, audition, chimio-sensibilité, somesthésie
	Thermorégulation	peau	Poils, endothermie
	Immunité	Peau, système immunitaire, placenta	Immunités non spécifique et spécifique
	Intégration neuro-sensorielle et neuro-endocrine	Système nerveux	Cerveau, moelle épinière, nerfs
<b>Fonction de nutrition</b>	Nutrition	Étage buccal	Mastication, dent, langue, salive
	Digestion	Appareil digestif	Rumination, panse, symbioses
	Circulation	Appareil circulatoire	Cœur, vaisseaux
	Respiration	Appareil respiratoire	Voies aérophores, poumon
	Excrétion-osmorégulation	Appareil urinaire, rein	Urée, urine
<b>Fonction de reproduction</b>	Fécondation	Organes génitaux	Ovaire testicule Fécondation interne
	Gestation	Utérus, Muqueuse utérine	Placenta, amnios
	Parturition	Myomètre	Contractions utérines, ocytocine
	Lactation	Mamelle	Lait (pis), Colostrum, prolactine, ocytocine

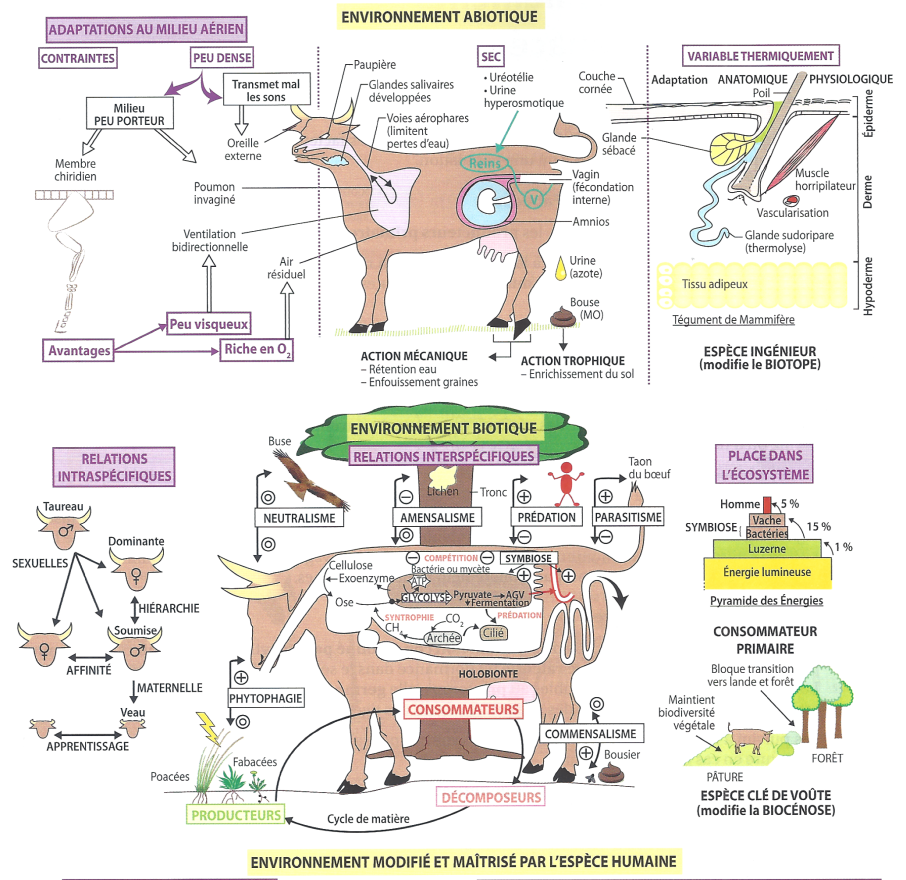
### Bilan (adapté du programme)

- ✓ L'**appareil reproducteur** est le lieu de **production des gamètes (méiose et différenciation)** et de **sécrétion d'hormones**. C'est également le lieu de la **fécondation** et de la **gestation** dans l'**organisme maternel**.
- ✓ La **reproduction sexuée** est un **processus conservatoire et diversificateur**. Elle génère des individus qui sont de la **même espèce** que les **parents**, mais dont la **diversité** permet la **sélection**.





**▲ FIGURE 95. Principales fonctions et appareils associés chez la Vache.**  
D'après DAUTEL *et al.* (2017), légèrement modifié



**▲ FIGURE 96. La Vache dans son environnement.**  
D'après SAINTPIERRE *et al.* (2021)



## 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) → *il faudra aussi savoir utiliser le schéma bilan de la Vache pour exprimer ça aussi*
- ° **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 (ne pas oublier de penser à la **denture** de 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)
- ° Flux d'**azote**
- ° Flux d'**eau**
  
- ° [Os ?]
- ° Régionalisation du **squelette**
- ° Tableau du **membre chiridien**
- ° **Membre chiridien**
- ° **Muscle, articulation**
- ° **Tête de Vache** et principaux **organes sensoriels**
- ° Typologie des **communications intercellulaires animales**
- ° Un schéma permettant de comprendre les **subdivisions du système nerveux**
- ° **Contrôle vs. régulation**
- ° **Régulation de la glycémie**
- ° Schéma simple du **tégument** de Mammifère
- ° Tableau de l'**immunité**
- ° **Thermorégulation**
- ° De la **perception** d'un **stimulus** au **déplacement**
  
- ° Cycle de **reproduction**
- ° **Appareil reproducteur** de la Vache (et du Taureau)
- ET/OU **acte copulateur** (comprend mâle + femelle !)
- ° **Nidation**
- ° **Placenta** avec **échanges** associés
- ° **Glande mammaire** [?]
  
- ° **Tableau bilan**
- ° **Schémas-bilans**

## 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 1<sup>re</sup> 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*. 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2012), Dunod, Paris.
- BREUIL, M. (2007). *Biologie 1<sup>re</sup> année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- BREUIL, M. (2009). *Biologie 2<sup>e</sup> année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- CALLÉN, J.-C. (2005). *Biologie cellulaire. Des molécules aux organismes*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1999).
- CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie*. De Boeck Université, Bruxelles, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 1995).
- [CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERMAN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie*. Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÎNE. Pearson, Paris (4<sup>e</sup> édition).
- DAUTEL, O. (dir.), A. PROUST, M. ALGRAIN, C. BORDI, A. HELME-GUIZON, F. SAINTPIERRE, M. VABRE & C. BOGGIO (2017). *Biologie Géologie BCPST 1<sup>re</sup> année*. Vuibert, Paris.
- DAUTEL, O. (dir.), M. ALGRAIN-PITAVY, C. BORDI, A. HELME-GUIZON, B. MOLLIER, A. PROUST, M. QUERTINIEZ, F. SAINTPIERRE & M. VABRE (2021). *Prépas scientifiques BCPST 1<sup>re</sup> année. Biologie Géologie. Tout-en-un*. Vuibert, Paris.
- DENÈUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2<sup>e</sup> année*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DENÈUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1<sup>re</sup> année*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DENÈUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2<sup>e</sup> 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 1<sup>re</sup> 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, 2007. *SVT Sciences de la Vie et de la Terre Première S*. Bordas, 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, 6<sup>e</sup> édition américaine (2004) adaptée par R. LACHAÎNE.
- MARIEB, E. N. & K. HOEHN (2015). *Anatomie et physiologie humaines*. Pearson, Montréal (Québec, Canada), 9<sup>e</sup> édition américaine adaptée par L. MOUSSAKOVA & R. LACHAÎNE.
- MEYER, S., C. REEB & R. BOSDEVEIX (2008). *Botanique. Biologie et physiologie végétales*. Maloine, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2004).
- MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLÉN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et collaborateurs (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, 2<sup>e</sup> édition.
- PERRIER, C. & J.-F. BEAUX (dir.), A. BOUFFIER, L. BOUGEUIS, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J. DÉMARET-NICOLAS, A. EMOND, S. MAURY, O. MONNIER, T. SOUBAYA, A. VERGNAUD & A. WOEHRLÉ (2021). *Biologie-Géologie BCPST 1. Tout-en-un*. Dunod, Malakoff (F).
- PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010a). *Biologie tout-en-un BCPST 1<sup>re</sup> année*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1<sup>re</sup> édition 2006).
- PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010b). *Biologie tout-en-un BCPST 2<sup>e</sup> année*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> 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 1<sup>re</sup> année*. Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>re</sup> édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIU, 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 2<sup>e</sup> année*. Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> 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 1<sup>re</sup> année*. Dunod, Paris, 4<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIU, 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 2<sup>e</sup> année*. Dunod, Paris, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 2007).

PEYCRU, P., C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIU, 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, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> 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, 3<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 2010).

RICHARD, D. & D. ORSAL (2001). *Neurophysiologie. Organisation et fonctionnement du système nerveux*. Dunod, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 1994).

ROJAT, D., M. JUBAULT-BREGLER (dir.), C. CORNILLON-BERTRAND, J.-M. DUPIN, C. GOISSET, B. MSHIHID, V. RICARD, L. RUER, F. SAINTPIERRE, B. SALVIAT, J.-M. VALLÉE & M. VIAL, 2007. *SVT Sciences de la Vie et de la Terre 1<sup>re</sup>* S. Nathan, Paris.

SAINTPIERRE, F., C. BORDI (dir.), M. ALGRAIN, Y. KRAUSS, I. MOLLIÈRE & H. CLAUCE (2017). *Mémento Biologie BCPST 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> années*. Vuibert, Paris.

SAINTPIERRE, F., C. BORDI (dir.), M. ALGRAIN-PITAVY, A. DENIS, L. GERAY & I. MOLLIÈRE (2019). *Mémento Biologie BCPST 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> années*. Vuibert, Paris, 2<sup>e</sup> édition (1<sup>er</sup> édition 2017).

SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1<sup>re</sup> année*. Ellipses, Paris.

SEGARRA, J., E. PIÈTRE (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ & C. MEUNIER (2015). *Biologie BCPST 2<sup>e</sup> année*. Ellipses, Paris.

SILVERTHORN, D. U., avec W. C. OBER, C. W. GARRISON, A. C. SILVERTHORN & B. R. JOHNSON (2007). *Physiologie humaine. Une approche intégrée*. Pearson Education France, Paris, 4<sup>e</sup> édition américaine traduite sous la dir. de J.-F. BRUN.

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, 6<sup>e</sup> édition.

VINCENT, P. (1962). *Sciences naturelles. Classe de 1<sup>re</sup>M*. Vuibert, Paris.

VINCENT, P. (1964). *Sciences naturelles. Classe de 2<sup>de</sup>M*. Vuibert, Paris.

VINCENT, P. (1968). *Sciences naturelles. Classe de 1<sup>re</sup>D*. Vuibert, Paris.

[VANDER, A. J.], E. P. WIDMAIER, H. RAFF & K. T. STRANG (2013). *Physiologie humaine. Les mécanismes du fonctionnement de l'organisme*. Maloine, Paris, 6<sup>e</sup> édition.

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

<b>Objectifs : extraits du programme</b>	<b>1</b>
<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>I. La Vache, un système biologique</b>	<b>3</b>
<b>A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique)</b>	<b>3</b>
1. Un être vivant (= organisme) : une tentative de définition	3
2. La cellule eucaryote comme unité fondamentale	3
3. Des niveaux d'organisation	3
a. Les niveaux de base	3
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>B. Un animal (Métazoaire) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique)</b>	<b>4</b>
1. Un organisme pluricellulaire : un ensemble d'organes spécialisés au fonctionnement coordonné	4
2. Un organisme hétérotrophe : un consommateur de matière organique pré-existante	4
3. Un organisme phagotrophe : un consommateur d'aliments massifs ou particuliers ingérés puis digérés	4
<b>C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique)</b>	<b>5</b>
1. Un organisme vivant dans une prairie ou une stabulation	5
2. Un organisme qui vit en milieu aérien : adaptations aux contraintes physico-chimiques de ce milieu	5
3. Des relations avec les congénères de la même espèce : les relations intraspécifiques	5
a. Le grégairisme et la socialité	5
b. Communication et reconnaissance	5
c. Dominance, soumission ; leadership	5
d. Le soin et l'alimentation des jeunes (veaux)	5
e. Des comportements sexuels	5
4. Des relations avec des organismes d'autres espèces : les relations interspécifiques	5
<b>D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique)</b>	<b>5</b>
1. Une espèce dans la classification	5
2. L'existence d'une diversité intraspécifique : les races de Bovins	7
<b>E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique)</b>	<b>7</b>
1. La Vache, fruit de la domestication et de la sélection artificielle	7
a. La domestication de la Vache à partir de l'Auroch au Néolithique	7
b. Une sélection artificielle de caractères qualitatifs ou quantitatifs intéressants pour l'Homme	7
c. Une domestication impliquant l'espèce domestiquée (Bovin) et l'espèce domesticante (Homme)	7
2. La Vache, animal au service de l'Homme	7
a. Un animal pourvoyeur de lait et de viande (visée alimentaire)	7

b. Un animal de trait (visée agricole)	7	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	16
c. Un animal pourvoyeur de cuir	7	α. L'intestin, long conduit très replié assurant l'absorption de nombreux nutriments notamment issus de la digestion des micro-organismes	16
3. La Vache, organisme dont la reproduction demeure maîtrisée par l'Homme (insémination artificielle, transferts d'embryons, sélection génomique)	7	β. Une absorption précédée d'une digestion chimique dans la lumière intestinale, largement due aux sécrétions pancréatiques et hépatiques	18
<b>II. La Vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement: les fonctions de nutrition (s. I.)</b>	<b>8</b>	d. Une déshydratation des restes alimentaires dans le gros intestin avant égestion des fèces par l'anus	19
<b>A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets</b>	<b>8</b>	6. Bilan : une vue d'ensemble de la digestion des Ruminants	19
1. Un prélèvement de matière organique, d'eau, d'ions et de dioxygène dans l'environnement	8	<b>C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire</b>	<b>22</b>
2. Une intégration de la matière dans l'anabolisme et le catabolisme : l'assimilation	8	1. La fonction respiratoire : des échanges gazeux permettant la respiration cellulaire	22
3. Une évacuation des déchets à l'extérieur de l'organisme : l'excrétion	8	2. Des échanges entre sang et environnement (poumons : respiration externe)	22
<b>B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif</b>	<b>8</b>	3. Le système respiratoire : des organes situés dans la cavité thoracique et réalisant la respiration externe	22
1. Quelques concepts préliminaires	8	4. Des adaptations au milieu aérien : invagination / ramification des structures, support squelettique, ventilation bidirectionnelle...	23
a. La notion d'aliment et de nutriment	8	<b>D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire)</b>	<b>23</b>
b. Des aliments aux nutriments : la digestion	8	1. La notion de système excréteur ou système urinaire	23
c. Les grands mécanismes de la digestion : motilité, digestion chimique (y compris symbiotique), absorption	8	2. Un ensemble d'organes situés dans la cavité abdominale	23
d. La notion de système digestif : tube digestif et glandes digestives	9	3. Le néphron, unité de fonctionnement du rein produisant l'urine par ultrafiltration glomérulaire (→ urine I) puis réabsorption et sécrétion tubulaires (→ urine II = définitive) [plus au programme ?]	24
2. Le point de départ : une alimentation végétale	9	4. La nature des excréats : une évacuation d'eau, d'ions et d'urée (déchet azoté adapté à la vie aérienne) et d'éventuelles toxines	25
a. Une alimentation qui comprend une grande partie de plantes herbacées riches en cellulose...	9	<b>E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique]</b>	<b>25</b>
b. ... couvrant les besoins de l'animal	9	1. La circulation, une fonction intégrative adaptée à la pluricellularité et à la spécialisation poussée des organes et tissus	25
3. La prise alimentaire (= manducation) au niveau de la bouche	9	2. La présence de deux fluides circulants : le sang et la lymphe	25
a. La mastication, broyage mécanique par les mâchoires et la dentition	9	a. Le sang, un tissu mobile composé de cellules (éléments figurés) et d'un plasma riche en solutés variés	25
α. Notions générales sur la mâchoire et la dentition des Mammifères	9	b. La lymphe, liquide né de la filtration du sang et retournant au sang qui se déplace lentement dans un système propre (canaux lymphatiques)	26
β. Une dentition de la Vache qui favorise la coupe puis le râpage des végétaux	10	3. La circulation lymphatique : une circulation lente à basse pression remplissant quelques fonctions nutritives et immunitaires	26
b. L'insalivation, humidification et début de digestion des aliments grâce aux glandes salivaires	12	a. Une circulation lente dans des canaux lymphatiques qui commence en cul-de-sac dans les tissus et retourne <i>in fine</i> au sang veineux	26
c. Au niveau pharyngien : la déglutition	12	b. Des fonctions essentiellement nutritives et immunitaires	27
d. Vers la panse (= rumen) : l'œsophage	12	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	27
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	12	a. La notion d'appareil cardiovasculaire : le sang, les vaisseaux et le cœur	27
a. Organisation et caractéristiques anatomiques de l'estomac (ou « des » estomacs)	12	b. Une circulation qui suppose la mise en mouvement active du fluide par le cœur, pompe foulante et aspirante	29
b. Des événements digestifs en association avec des micro-organismes symbiotiques dans le rumen	14	c. Une circulation qui suppose le passage du sang dans des conduits : les vaisseaux sanguins (artères, capillaires, veines)	29
α. Une arrivée quasi-immédiate après la manducation suivie d'un long séjour (stockage et brassage mécanique)	14	d. Une circulation composée de deux boucles (circulations pulmonaire et générale) en série assurant la charge et la décharge en gaz respiratoires	29
β. Une poche très riche en micro-organismes qui produisent des hydrolases variées permettant la digestion chimique des matières végétales	14	e. Une circulation au centre du fonctionnement de l'organisme : une fonction intégrative	29
γ. Une fermentation des nutriments par les micro-organismes qui produisent des acides gras volatils (AGV : acétate, propionate, butyrate...)	15	<b>F. Focus transversal sur les flux de matière de deux substances : l'élément azote et la molécule eau</b>	<b>29</b>
δ. Une absorption directe des acides gras volatils par la muqueuse digestive du rumen	15	1. Un flux d'azote qui s'inscrit dans le cadre d'un régime alimentaire faiblement azoté : le rôle clef de l'utilisation de l'urée par le microbiote	29
ε. Une méthanogenèse assurée par des Archées à l'origine des éructations libératrices de méthane dans l'atmosphère	16		
ζ. Une chaîne trophique dans le rumen impliquant des micro-organismes qui seront <i>in fine</i> en grande partie digérés par l'animal	16		
c. La Vache, un holobionte hébergeant un microbiote	16		
5. Les événements digestifs ultérieurs	16		
a. La régurgitation et la rumination dans la cavité buccale	16		
b. Un trajet direct vers le feuillet puis la caillette, point de départ d'une digestion selon des modalités plus « classiques »	16		



2. Un flux d'eau où entrées et pertes se compensent globalement : l'équilibre hydrique	29	2. Panorama des modalités de communications intercellulaires : rappels	38
<b>G. Bilan sur les fonctions de nutrition</b>	<b>30</b>	a. La juxtacrinie, communication entre cellules adjacentes	38
<b>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. I.)</b>	<b>31</b>	b. La paracrinie, communication à courte distance par un facteur diffusif	38
<b>A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire</b>	<b>31</b>	c. L'endocrinie (communication hormonale), communication par une hormone transportée par le sang	38
1. Le squelette, ensemble d'organes rigides (les os) associés et constituant l'armature structurante de l'organisme	31	d. La communication nerveuse	38
a. L'endosquelette osseux, armature caractéristique des Vertébrés osseux (= Ostéichthyens au sens moderne)	31	3. Deux grands systèmes d'intégration, de communication et de coordination dans l'organisme	38
b. Des os constituant un ancrage pour les muscles squelettiques et mobiles les uns par rapport aux autres grâce aux articulations	31	a. Le système hormonal (= endocrinien) : une communication par les hormones	38
c. Un squelette divisible en plusieurs zones fonctionnelles : les squelettes céphalique, axial, zonal et appendiculaire	31	α. Notion d'hormone et principe de la communication hormonale	38
d. La Vache, un animal tétrapode quadripède et onguligrade : anatomie fonctionnelle du membre	33	β. Un système composé d'un ensemble de glandes endocrines dispersées dans l'organisme	39
α. Le membre chiroïdien, caractéristique des Tétrapodes (et donc de tous les Mammifères)	33	b. Le système nerveux : une communication par les neurones	39
β. Le membre chiroïdien chez la Vache, Mammifère onguligrade (type marcheur, ancestralement coureur)	34	α. Nature du système nerveux et principe de la communication nerveuse	39
γ. Un squelette marcheur... et « coureur » ?	34	β. Constitution histologique du système nerveux	39
2. Les muscles squelettiques, ensemble d'organes notamment locomoteurs associés aux os	34	γ. Les grandes subdivisions fonctionnelles du système nerveux	39
a. Pour rappel : l'existence de trois types de muscles (squelettiques, cardiaque, lisses)	34	i. Le système nerveux central (SNC) : les centres nerveux, lieux d'intégration des informations et de commande	39
b. Des organes contractiles ancrés sur le squelette par des tendons	34	ii. Le système nerveux périphériques (SNP) : les nerfs, lignes de communications entre les centres nerveux et l'organisme	39
c. Des organes dont la contraction est contrôlée par le système nerveux	35	➤ La voie afférente (ou voie sensitive) : les nerfs remontant aux centres nerveux les informations sur les stimuli perçus par les systèmes sensoriels	39
d. Des organes dont l'association anatomo-fonctionnelle avec le squelette permet la motilité de l'organisme et d'autres fonctions variées	35	➤ La voie efférente (ou voie « motrice ») : les nerfs amenant aux organes effecteurs les commandes des centres nerveux	39
α. Mouvements et locomotion	35	c. Un système de communication « publique » (système endocrinien) et un système de communication « privée » (système nerveux) ?	40
β. Maintien de la posture en milieu aérien [peu porteur]	35	4. L'existence, dans l'organisme, de contrôles et de régulations qui permettent l'homéostasie mais autorisent toutefois l'adaptation	40
γ. Ventilation (diaphragme, muscles intercostaux)	35	a. Le contrôle : l'existence d'une modulation d'un paramètre	40
δ. Vision (muscles oculaires + muscles ciliaires qui sont lisses)	35	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 (exemple de la glycémie) ; notion d'homéostasie	40
ε. Mastication et mouvements faciaux (muscles masticateurs et faciaux)	35	c. La possibilité d'une adaptation physiologique (avec écart à l'homéostasie) lors d'une situation atypique de fonctionnement de l'organisme	42
<b>B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels</b>	<b>35</b>	<b>D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation]</b>	<b>42</b>
1. Notions d'organe sensoriel et de récepteur sensoriel	35	1. L'environnement physico-chimique et microbien de l'animal, milieu agressif	42
2. Principe de fonctionnement d'un organe sensoriel : l'exemple de l'œil	35	2. La protection contre les agressions physiques, thermiques et biologiques : le tégument et les muqueuses	42
a. Des organes situés dans les orbites, protégés par le liquide lacrymal et dont la haute mobilité est permise par des muscles oculaires	35	a. Les rôles principaux du tégument et des muqueuses, limites physiques de l'organisme	42
b. Une organisation particulière (paroi et humeurs)	35	b. Gros plan sur le tégument des Mammifères : la peau	42
c. Un œil simple (= caméculaire) où se forme une image inversée sur la rétine après une double convergence (cornée + cristallin)	36	c. Les sabots, les poils et (pour partie) les cornes, phanères de la Vache	44
d. Une rétine dont les cellules photoréceptrices (cônes et bâtonnets) convertissent les signaux lumineux en signaux électriques	36	α. Les sabots, ongles hypertrophiés servant d'appui au sol	44
e. Un champ visuel large mais une vision binoculaire (en relief) étroite	36	β. Les cornes, étuis de kératine autour d'un cornillon osseux à fonction défensive et offensive	44
3. La diversité des structures et fonctions sensorielles	37	γ. Les poils, fils de kératine à fonction de protection thermique (et en lien avec la sensibilité tactile)	44
a. L'intéroception : une perception des paramètres internes de l'organisme	38	3. La lutte contre les agressions biologiques : le système immunitaire	44
b. La perception des stimuli d'origine externe : vision, audition, olfaction, goût, somesthésie (mécanoréception, thermoréception, nociception)	38	4. La possibilité d'une régénération tissulaire en cas de lésion (dans certaines limites)	44
4. Des organes sensoriels largement concentrés au niveau de la tête et adaptés à des stimuli perceptibles en milieu aérien	38	5. Un organisme qui maintient sa température interne face aux fortes fluctuations thermiques du milieu : l'homéothermie	44
<b>C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien</b>	<b>38</b>	a. L'homéothermie, une réponse à un milieu aérien thermiquement fluctuant adoptée par les Mammifères, en plus de comportements protecteurs	44
1. Le principe d'une communication intercellulaire : émission, transmission et réception d'un signal avec réponse biologique	38	b. La température interne de la Vache, un paramètre stable et réglé : notions de thermorégulation	44

α. Un paramètre stable : une valeur de consigne proche de 38,5 °C (température centrale)	44	β. La nidation sur la muqueuse utérine (~ J20)	52
β. Des organes et tissus effecteurs d'une hausse (thermogenèse) ou d'une baisse (thermolyse) de température de nature variée	45	γ. La gestation <i>stricto sensu</i> : un développement embryonnaire puis fœtal fixé dans l'organisme maternel jusqu'à la parturition	52
i. La thermogenèse : métabolisme, activité musculaire, digestion (en lien avec les micro-organismes), tissu adipeux brun	45	c. L'importance des annexes embryonnaires (amnios et placenta)	53
ii. La thermolyse : pertes caloriques dans l'environnement, largement modulées par la vascularisation périphérique, et la sudation	45	α. L'amnios, une enveloppe épithélio-conjonctive délimitant la cavité amniotique remplie d'un liquide dans lequel baigne et se développe l'organisme	53
γ. La boucle de la thermorégulation	45	β. Le placenta, structure materno-fœtale assurant des échanges trophiques (et d'autre nature) entre mère et organisme en développement	53
δ. Une température interne, produit de la thermorégulation et des fluctuations environnementales	45	3. La parturition ou mise bas : la naissance du jeune (ici nommée vêlage)	54
<b>E. Un exemple de coopération entre systèmes des fonctions de relations : le déplacement de l'animal suite à la perception d'un stimulus</b>	<b>46</b>	a. Travail, expulsion du jeune, délivrance : un vêlage qui dure quelques heures	54
<b>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. I.)</b>	<b>47</b>	b. Un déclenchement hormonal	54
<b>A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique</b>	<b>47</b>	c. Une conséquence subséquente de la parturition : l'œstrus post-partum (30-80 j)	54
1. Une espèce gonochorique (= à sexes séparés) impliquant donc une reproduction sexuée	47	<b>D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation</b>	<b>54</b>
2. Un cycle de vie diphasique monogénétique diplophasique	47	1. Des contacts physiques et une reconnaissance associés notamment au léchage	54
<b>B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement)</b>	<b>47</b>	2. Un lien trophique majeur entre mère et jeune : la lactation	54
1. La production de gamètes chez le mâle (Taureau)	47	a. Des liquides nutritifs d'origine maternelle alimentant le jeune : le colostrum (6 j) puis le lait (jusqu'au sevrage)	54
a. Une production de gamètes et de liquide séminal dans l'appareil reproducteur (= génital) mâle, ainsi que de testostérone	47	b. La production de lait (lactogénèse = lactation) et sa distribution, des processus ayant lieu au niveau des glandes mammaires	55
b. Une production continue de spermatozoïdes	47	c. La production de lait (lactogénèse = lactation), un processus contrôlé hormonalement et entretenu par la succion (ou la traite)	55
2. La production de gamètes chez la femelle (Vache)	47	d. La production de lait (lactogénèse = lactation), un processus détourné par l'Homme pour sa propre alimentation en maîtrisant la fréquence de reproduction de la Vache	56
a. Un processus intégré dans l'appareil reproducteur (= génital) femelle, ensemble d'organes à fonction gamétogénétique, endocrine et... gestationnelle	47	<b>E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance</b>	<b>56</b>
b. Un fonctionnement par cycles menstruels affectant les ovaires, l'utérus et le comportement reproducteur	48	<b>F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation</b>	<b>56</b>
α. Une cyclicité de 21 jours en moyenne	48	<b>G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache</b>	<b>58</b>
β. Un cycle ovarien : la production cyclique d'un ovocyte II	49	<b>Bilan</b>	<b>58</b>
γ. Un cycle utérin : le développement de la muqueuse utérine et son évacuation par les menstruations (= règles)	49	<b>Pour faire une fiche de révision : quelques pistes</b>	<b>60</b>
δ. Un cycle œstrien : un comportement reproducteur cyclique (œstrus = chaleurs)	49	<b>Références</b>	<b>60</b>
3. Un contrôle hormonal de l'activité de l'axe gonadotrope	49	<b>Plan du chapitre</b>	<b>61</b>
a. Principe général : un axe de contrôle hypothalamus / hypophyse / gonades	49	<b>Plan simplifié du chapitre (3 niveaux)</b>	<b>65</b>
b. Chez le Taureau	50	<b>Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux)</b>	<b>66</b>
c. Chez la Vache	50		
4. Un rapprochement des partenaires sexuels aboutissant à la copulation	51		
a. Un rapprochement des partenaires sexuels supposant une reconnaissance et une attraction entre partenaires sexuels (implication des fonctions de relation)	51		
b. Un acte copulatoire où le Taureau introduit son pénis dans le vagin et y dépose son sperme	51		
c. Un acte copulatoire rare dans la plupart des élevages modernes où il est remplacé par une insémination artificielle	51		
<b>C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel</b>	<b>51</b>		
1. La fécondation : une réunion d'un ovocyte II et d'un spermatozoïde	51		
2. La gestation : le port d'un embryon puis fœtus en développement par la Vache	51		
a. Développement, développement embryonnaire vs. post-embryonnaire, gestation : quelques repères conceptuels	51		
b. Un développement prénatal de 290 jours (embryonnaire + fœtal)	52		
α. La progestation : un début de développement embryonnaire à l'état libre (production d'hormones + nutrition par sécrétions utérines) (env. 20 j)	52		

## Plan simplifié du chapitre (3 niveaux)

<b>Objectifs : extraits du programme</b>	<b>1</b>
<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>I. La Vache, un système biologique</b>	<b>3</b>
<b>A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique)</b>	<b>3</b>
1. Un être vivant (= organisme) : une tentative de définition	3
2. La cellule eucaryote comme unité fondamentale	3
3. Des niveaux d'organisation	3
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>B. Un animal (Métazoaire) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique)</b>	<b>4</b>
1. Un organisme pluricellulaire : un ensemble d'organes spécialisés au fonctionnement coordonné	4
2. Un organisme hétérotrophe : un consommateur de matière organique pré-existante	4
3. Un organisme phagotrophe : un consommateur d'aliments massifs ou particuliers ingérés puis digérés	4
<b>C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique)</b>	<b>5</b>
1. Un organisme vivant dans une prairie ou une stabulation	5
2. Un organisme qui vit en milieu aérien : adaptations aux contraintes physico-chimiques de ce milieu	5
3. Des relations avec les congénères de la même espèce : les relations intraspécifiques	5
4. Des relations avec des organismes d'autres espèces : les relations interspécifiques	5
<b>D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique)</b>	<b>5</b>
1. Une espèce dans la classification	5
2. L'existence d'une diversité intraspécifique : les races de Bovins	7
<b>E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique)</b>	<b>7</b>
1. La Vache, fruit de la domestication et de la sélection artificielle	7
2. La Vache, animal au service de l'Homme	7
3. La Vache, organisme dont la reproduction demeure maîtrisée par l'Homme (insémination artificielle, transferts d'embryons, sélection génomique)	7
<b>II. La Vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement : les fonctions de nutrition (s. l.)</b>	<b>8</b>
<b>A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets</b>	<b>8</b>
1. Un prélèvement de matière organique, d'eau, d'ions et de dioxygène dans l'environnement	8
2. Une intégration de la matière dans l'anabolisme et le catabolisme : l'assimilation	8
3. Une évacuation des déchets à l'extérieur de l'organisme : l'excrétion	8
<b>B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif</b>	<b>8</b>
1. Quelques concepts préliminaires	8
2. Le point de départ : une alimentation végétale	9
3. La prise alimentaire (= manducation) au niveau de la bouche	9
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	12
5. Les événements digestifs ultérieurs	16

6. Bilan : une vue d'ensemble de la digestion des Ruminants	19
<b>C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire</b>	<b>22</b>
1. La fonction respiratoire : des échanges gazeux permettant la respiration cellulaire	22
2. Des échanges entre sang et environnement (poumons : respiration externe)	22
3. Le système respiratoire : des organes situés dans la cavité thoracique et réalisant la respiration externe	22
4. Des adaptations au milieu aérien : invagination / ramification des structures, support squelettique, ventilation bidirectionnelle...	23
<b>D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire)</b>	<b>23</b>
1. La notion de système excréteur ou système urinaire	23
2. Un ensemble d'organes situés dans la cavité abdominale	23
3. Le néphron, unité de fonctionnement du rein produisant l'urine par ultrafiltration glomérulaire (→ urine I) puis réabsorption et sécrétion tubulaires (→ urine II = définitive) [plus au programme ?]	24
4. La nature des excréats : une évacuation d'eau, d'ions et d'urée (déchet azoté adapté à la vie aérienne) et d'éventuelles toxines	25
<b>E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique]</b>	<b>25</b>
1. La circulation, une fonction intégrative adaptée à la pluricellularité et à la spécialisation poussée des organes et tissus	25
2. La présence de deux fluides circulants : le sang et la lymphe	25
3. La circulation lymphatique : une circulation lente à basse pression remplissant quelques fonctions nutritives et immunitaires	26
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	27
<b>F. Focus transversal sur les flux de matière de deux substances : l'élément azote et la molécule eau</b>	<b>29</b>
1. Un flux d'azote qui s'inscrit dans le cadre d'un régime alimentaire faiblement azoté : le rôle clef de l'utilisation de l'urée par le microbiote	29
2. Un flux d'eau où entrées et pertes se compensent globalement : l'équilibre hydrique	29
<b>G. Bilan sur les fonctions de nutrition</b>	<b>30</b>
<b>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.)</b>	<b>31</b>
<b>A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire</b>	<b>31</b>
1. Le squelette, ensemble d'organes rigides (les os) associés et constituant l'armature structurante de l'organisme	31
2. Les muscles squelettiques, ensemble d'organes notamment locomoteurs associés aux os	34
<b>B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels</b>	<b>35</b>
1. Notions d'organe sensoriel et de récepteur sensoriel	35
2. Principe de fonctionnement d'un organe sensoriel : l'exemple de l'œil	35
3. La diversité des structures et fonctions sensorielles	37
4. Des organes sensoriels largement concentrés au niveau de la tête et adaptés à des stimuli perceptibles en milieu aérien	38
<b>C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien</b>	<b>38</b>
1. Le principe d'une communication intercellulaire : émission, transmission et réception d'un signal avec réponse biologique	38
2. Panorama des modalités de communications intercellulaires : rappels	38



3. Deux grands systèmes d'intégration, de communication et de coordination dans l'organisme	38
4. L'existence, dans l'organisme, de contrôles et de régulations qui permettent l'homéostasie mais autorisent toutefois l'adaptation	40
<b>D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation]</b>	<b>42</b>
1. L'environnement physico-chimique et microbien de l'animal, milieu agressif	42
2. La protection contre les agressions physiques, thermiques et biologiques : le tégument et les muqueuses	42
3. La lutte contre les agressions biologiques : le système immunitaire	44
4. La possibilité d'une régénération tissulaire en cas de lésion (dans certaines limites)	44
5. Un organisme qui maintient sa température interne face aux fortes fluctuations thermiques du milieu : l'homéothermie	44
<b>E. Un exemple de coopération entre systèmes des fonctions de relations : le déplacement de l'animal suite à la perception d'un stimulus</b>	<b>46</b>
<b>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.)</b>	<b>47</b>
<b>A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique</b>	<b>47</b>
1. Une espèce gonochorique (= à sexes séparés) impliquant donc une reproduction sexuée	47
2. Un cycle de vie diphasique monogénétique diplophasique	47
<b>B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement)</b>	<b>47</b>
1. La production de gamètes chez le mâle (Taureau)	47
2. La production de gamètes chez la femelle (Vache)	47
3. Un contrôle hormonal de l'activité de l'axe gonadotrope	49
4. Un rapprochement des partenaires sexuels aboutissant à la copulation	51
<b>C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel</b>	<b>51</b>
1. La fécondation : une réunion d'un ovocyte II et d'un spermatozoïde	51
2. La gestation : le port d'un embryon puis fœtus en développement par la Vache	51
3. La parturition ou mise bas : la naissance du jeune (ici nommée vêlage)	54
<b>D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation</b>	<b>54</b>
1. Des contacts physiques et une reconnaissance associés notamment au léchage	54
2. Un lien trophique majeur entre mère et jeune : la lactation	54
<b>E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance</b>	<b>56</b>
<b>F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation</b>	<b>56</b>
<b>G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache</b>	<b>58</b>
<b>Bilan</b>	<b>58</b>
<b>Pour faire une fiche de révision : quelques pistes</b>	<b>60</b>
<b>Références</b>	<b>60</b>
<b>Plan du chapitre</b>	<b>61</b>
<b>Plan simplifié du chapitre (3 niveaux)</b>	<b>65</b>
<b>Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux)</b>	<b>66</b>

## Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux)

<b>Objectifs : extraits du programme</b>	<b>1</b>
<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>I. La Vache, un système biologique</b>	<b>3</b>
<b>A. Un être vivant (= organisme) (approche thermodynamique et physiologique)</b>	<b>3</b>
<b>B. Un animal (Métabolisme) : un organisme pluricellulaire hétérotrophe phagotrophe (approche physiologique)</b>	<b>4</b>
<b>C. Un organisme intégré dans son environnement abiotique et biologique (approche écologique)</b>	<b>5</b>
<b>D. Un organisme que l'on peut placer dans la classification biologique (approche taxonomique)</b>	<b>5</b>
<b>E. Un organisme domestiqué et élevé par l'Homme (approches technologique et agronomique)</b>	<b>7</b>
<b>II. La Vache, un organisme qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement : les fonctions de nutrition (s. l.)</b>	<b>8</b>
<b>A. Un organisme dont les cellules, au métabolisme aérobie, présentent des besoins matériels et produisent des déchets</b>	<b>8</b>
<b>B. Un organisme qui prélève, simplifie et absorbe de la matière organique d'origine environnementale : le système digestif</b>	<b>8</b>
<b>C. Un organisme qui prélève du dioxygène et excrète du dioxyde de carbone dans l'environnement : le système respiratoire</b>	<b>22</b>
<b>D. Un organisme qui élimine les déchets azotés et assure un équilibre hydro-minéral : le système excréteur (= urinaire)</b>	<b>23</b>
<b>E. Un organisme où la matière est mise en mouvement et déplacée dans tout l'organisme : le système circulatoire (= cardiovasculaire) [et le système lymphatique]</b>	<b>25</b>
<b>F. Focus transversal sur les flux de matière de deux substances : l'élément azote et la molécule eau</b>	<b>29</b>
<b>G. Bilan sur les fonctions de nutrition</b>	<b>30</b>
<b>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.)</b>	<b>31</b>
<b>A. Un organisme qui se maintient et se déplace dans un environnement peu porteur et peu dense : les systèmes squelettique et musculaire</b>	<b>31</b>
<b>B. Un organisme qui perçoit son environnement et ses propres paramètres physiologiques : les systèmes sensoriels</b>	<b>35</b>
<b>C. Un organisme dont les cellules communiquent à distance et coordonnent leur activité : les systèmes nerveux et endocrinien</b>	<b>38</b>
<b>D. Un organisme qui se protège et maintient son intégrité face à l'environnement : les systèmes tégumentaire et immunitaire [+ thermorégulation]</b>	<b>42</b>
<b>E. Un exemple de coopération entre systèmes des fonctions de relations : le déplacement de l'animal suite à la perception d'un stimulus</b>	<b>46</b>
<b>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.)</b>	<b>47</b>
<b>A. Une espèce gonochorique à cycle de vie monogénétique diplophasique</b>	<b>47</b>
<b>B. Une espèce productrice de gamètes qui nécessite un rapprochement des partenaires sexuels et un accouplement (naturellement)</b>	<b>47</b>
<b>C. Une fécondation et un développement dans l'organisme maternel</b>	<b>51</b>
<b>D. Des soins au jeune (veau) et son alimentation par la mère, le lait étant souvent détourné par l'homme pour sa propre alimentation</b>	<b>54</b>

E. Le développement post-embryonnaire du veau ou croissance	56
F. La reproduction, fonction centrale et intégrative qui implique les fonctions de nutrition et de relation	56
G. Un contrôle de l'Homme sur la reproduction de la Vache	58
<b>Bilan</b>	<b>58</b>
<b>Pour faire une fiche de révision : quelques pistes</b>	<b>60</b>
<b>Références</b>	<b>60</b>
<b>Plan du chapitre</b>	<b>61</b>
<b>Plan simplifié du chapitre (3 niveaux)</b>	<b>65</b>
<b>Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux)</b>	<b>66</b>

---

© 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 (prépa TB) • Dernière actualisation : décembre 2023.  
Contact : [Tanguy.Jean4@gmail.com](mailto: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.