

REGARDS SUR L'ORGANISME ANIMAL : LA VACHE

SV-A L'organisme vivant en lien avec son environnement (BCPST 1 et 2)	
<p>Cette partie vise à présenter l'organisation du vivant (appareils, organes, tissus, ...) et les grandes fonctions qui lui sont associées ainsi que des interrelations entre ces organismes et leur environnement. Le concept d'organisme pluricellulaire est abordé à partir de deux exemples (un Vertébré phytophage Bovidé, la vache, et une Angiosperme Fabacée) et est enrichi par l'étude d'une plus grande diversité d'organismes dans le cadre des travaux pratiques. L'étude des organismes en interaction avec leur environnement est complétée par l'étude des organismes unicellulaires et de leur diversité.</p>	
Savoirs visés	Capacités exigibles
SV-A-1 Regards sur un organisme Métazoaire : un Bovidé (BCPST 1)	
<p>Les vaches appartiennent au groupe des Métazoaires et à la famille des Bovidés. Les différents appareils de l'organisme sont reliés aux fonctions de nutrition, reproduction et relation. Certaines de leurs caractéristiques sont liées au milieu de vie. La compartimentation de l'appareil digestif permet l'ingestion d'aliments (hétérotrophie), leur simplification en nutriments et leur absorption, ainsi que l'égestion de la matière non absorbée. Le microbiote du rumen par son action joue un rôle majeur dans l'origine des nutriments utilisés par la vache. Les nutriments sont distribués dans l'ensemble de l'organisme par l'appareil circulatoire et entrent ainsi dans le métabolisme cellulaire. L'appareil respiratoire assure les échanges gazeux liés au métabolisme énergétique aérobie. L'appareil excréteur élimine les déchets azotés et contribue à l'équilibre hydrominéral de l'organisme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les principaux caractères morphologiques et anatomiques pour positionner une vache au sein d'une classification phylogénétique des Métazoaires. - Construire un schéma fonctionnel synthétique des appareils impliqués dans la fonction de nutrition. - Argumenter la complémentarité et la coopération fonctionnelle des différents appareils. - Mettre en relation l'organisation structurale et fonctionnelle de différents appareils et l'adaptation de l'organisme au milieu aérien.
<p>Précisions et limites : <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. 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 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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Repérer au cours de la reproduction sexuée les moments et les modalités de diversification des génotypes.
<p>Précisions et limites : <i>La sélection artificielle sera illustrée à partir d'un seul exemple, sans traiter la diversité des modes de sélection. 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. La vache est incluse dans différents systèmes de relations intraspécifiques et interspécifiques (dont les</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier et illustrer les différents types de relations interspécifiques impliquant la vache.

<p>relations avec l'être humain responsable de la domestication des animaux d'élevage). Les relations interspécifiques avec les microorganismes définissent l'organisme comme un holobionte.</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. 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).</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>Précisions et limites : <i>Aucune description d'aire sensorielle spécialisée n'est exigible. 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>Le fonctionnement de tous les Métazoaires repose sur les mêmes grandes fonctions réalisées par des structures similaires ou non suivant les taxons. Des structures réalisant la même fonction dans deux organismes différents peuvent être homologues ou convergentes. Des convergences marquent l'adaptation des organismes à leur milieu et leur mode de vie.</p>	<p>- Réaliser l'observation morphologique et la dissection :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'un Vertébré Mammifère Rongeur (la souris) ; • d'un Vertébré Téléostéen ; • d'un Arthropode Hexapode (le criquet) ; • d'un Mollusque Bivalve (la moule). <p>- 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. - Identifier sur des coupes histologiques et légèrer sur des clichés de microscopie électronique les principaux tissus des appareils respiratoire, digestif et du tégument. - Formuler des hypothèses concernant les adaptations morpho-anatomiques au milieu de vie.</p>
<p>Précisions et limites : <i>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 :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Souris : appareils cardiovasculaire, respiratoire, digestif, uro-génital.</i> • <i>Vertébré Téléostéen : appareils digestifs, cardiovasculaire, respiratoire et reproducteur.</i> • <i>Arthropode Hexapode : appareils digestif (pièces buccales incluses) et respiratoire (système trachéen).</i> • <i>Mollusque Bivalve : appareils respiratoire et reproducteur.</i> 	

Introduction

I L'organisme animal échange matière et énergie avec son environnement

A/ Prélèvement des nutriments par l'appareil digestif

1. La vache est un herbivore ruminant
 - a) Caractéristiques des aliments de la vache
 - b) Particularités anatomiques de l'appareil digestif
 - c) Stockage, digestion des aliments et absorption de nutriments dans la partie antérieure du tube digestif
 - d) Digestion chimique et absorption dans l'intestin grêle
 - e) Absorption de l'eau et des ions dans le gros intestin
2. Les nutriments ont différentes destinées
 - a) Besoins nutritionnels et particularités du métabolisme des bovins
 - b) Besoins nutritionnels spécifiques de la vache laitière

B/ Approvisionnement en dioxygène et élimination du dioxyde de carbone

1. Trajet de l'air dans les voies respiratoires
2. Echanges gazeux au niveau des alvéoles pulmonaires
3. Renouvellement de l'air

C/ Elimination des déchets azotés par l'appareil excréteur

1. Organisation de l'appareil urinaire
2. Filtration du sang par les reins
3. Etapes de la formation de l'urine

II L'organisme est capable de se reproduire

A/ Les appareils génitaux produisent les gamètes

1. L'appareil génital du taureau produit des spermatozoïdes
2. Production cyclique d'ovocytes par la femelle

B/ Rencontre des gamètes et développement dans les voies femelles

1. Accouplement et fécondation
2. Progestation et nidation
3. Gestation et placenta
 - a) Les fonctions du placenta
 - b) Les étapes du développement
4. Parturition

C/ La lactation

1. Organisation de la glande mammaire
2. Production de lait
3. Contrôle hormonal

D/ Une reproduction maîtrisée par l'homme

1. Fréquence de reproduction des vaches laitières
2. Insémination artificielle
3. Sélection des caractères
 - a) Domestication au Néolithique

b) Techniques modernes d'amélioration

III Les fonctions de relation avec l'environnement

A/ Un animal grégaire

B/ Perception de l'environnement : les organes des sens

1. Un exemple : la vision
 - a) Organisation de l'œil
 - b) Le trajet de la lumière
 - c) Photoréception rétinienne et codage de l'information
 - d) Décodage par le cerveau
2. Diversité des organes des sens

C/ Un squelette de type marcheur

1. Organisation des membres chiridiens
2. Des membres aux mouvements pendulaires
3. Une faible surface d'appui au sol
4. Mise en mouvement par des muscles striés

D/ Un organisme endotherme

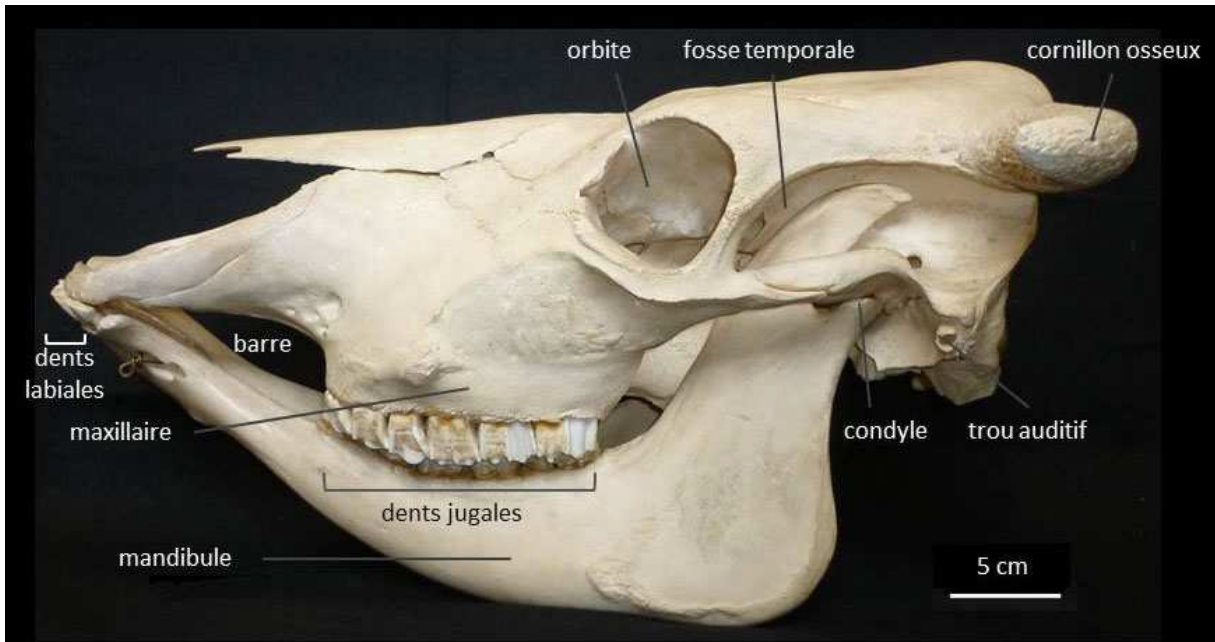
E/ La communication entre organes permet l'intégration des fonctions

1. La communication hormonale : message public
2. Organisation du système nerveux et communication privée rapide

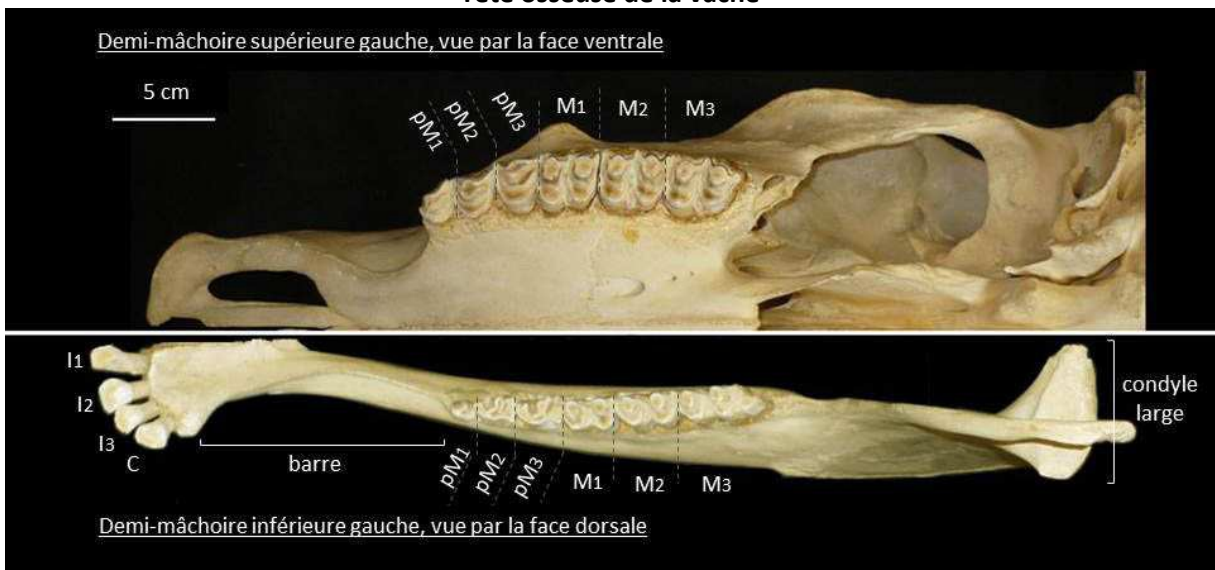
Conclusion

- Position systématique
- Milieu et mode de vie
- Animal domestique

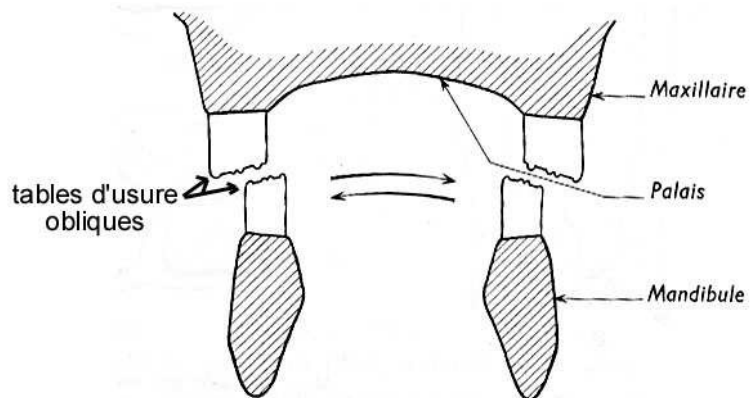
ANNEXE 1 : LA DENTITION DE LA VACHE ET L'HERBIVORIE



Tête osseuse de la vache

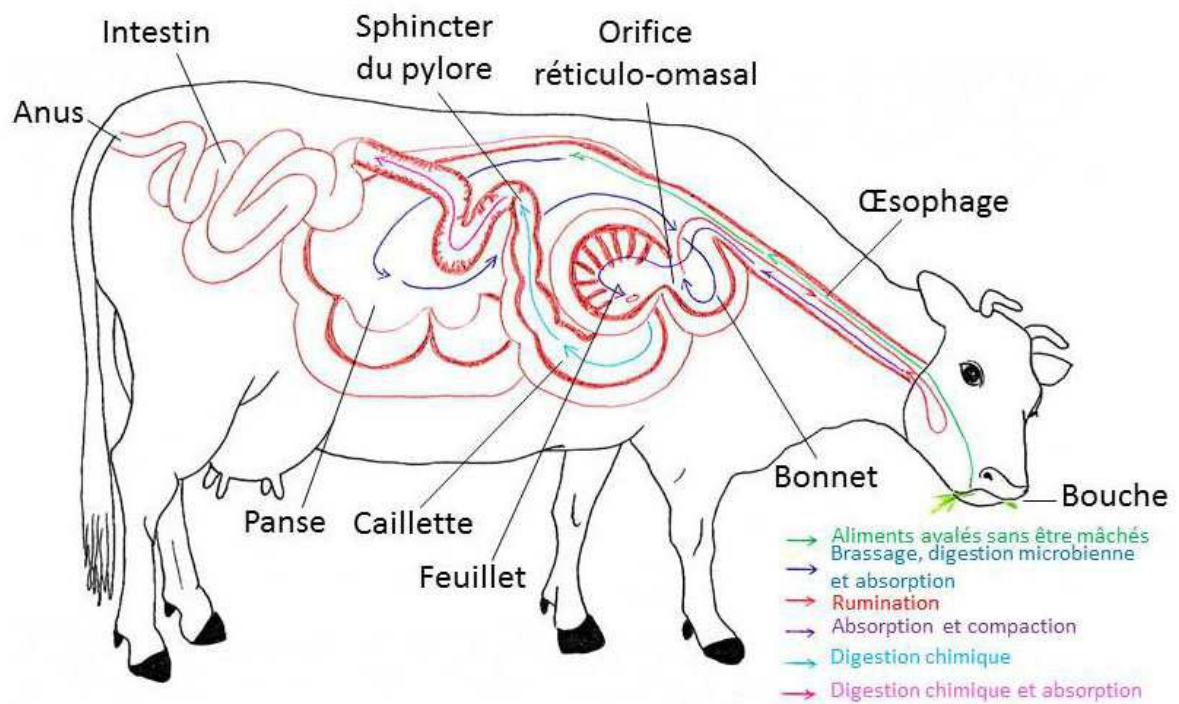


Denture de la vache



Coupe frontale schématique des mâchoires montrant les mouvements latéraux de la mandibule.

ANNEXE 2 : LES DIFFERENTS SEGMENTS DE L'ESTOMAC



Anatomie du tube digestif de la vache et trajet des aliments lors de la rumination

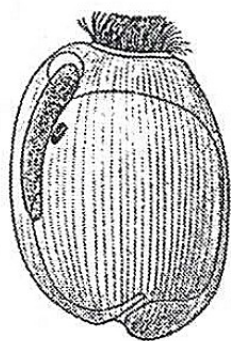


Aspect de l'épithélium des différentes cavités de « l'estomac » de la vache

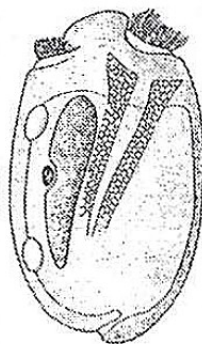
ANNEXE 3 : LES SYMBIOTES DE LA VACHE

	Abondance	Quelques espèces	Molécules hydrolysées
Bactéries	10^9 à 10^{10} /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 rumenicola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	hémi-celluloses protéines
		<i>Bacteroides amylophilus</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Bacteroides rumenicola</i>	Amidon protéines
Ciliés	10^4 à 10^6 /mL de jus de rumen 2 kg de ciliés chez un bovin	Entodiniomorphes	Glucides, certaines espèces sont cellulolytiques Protéines Lipides (galactolipides)
Champignons (moisissures)	10^4 /mL de jus de rumen		Fibres indigestibles par les autres micro-organismes

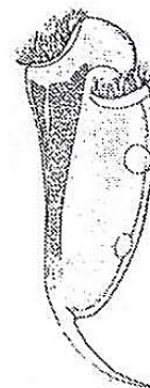
Flore microbienne du rumen



Entodinium longinucleatum



Diplodinium multivesiculum



Epidinium ecaudatum

Quelques ciliés du rumen

ANNEXE 4 : LA DIGESTION ET L'ABSORPTION

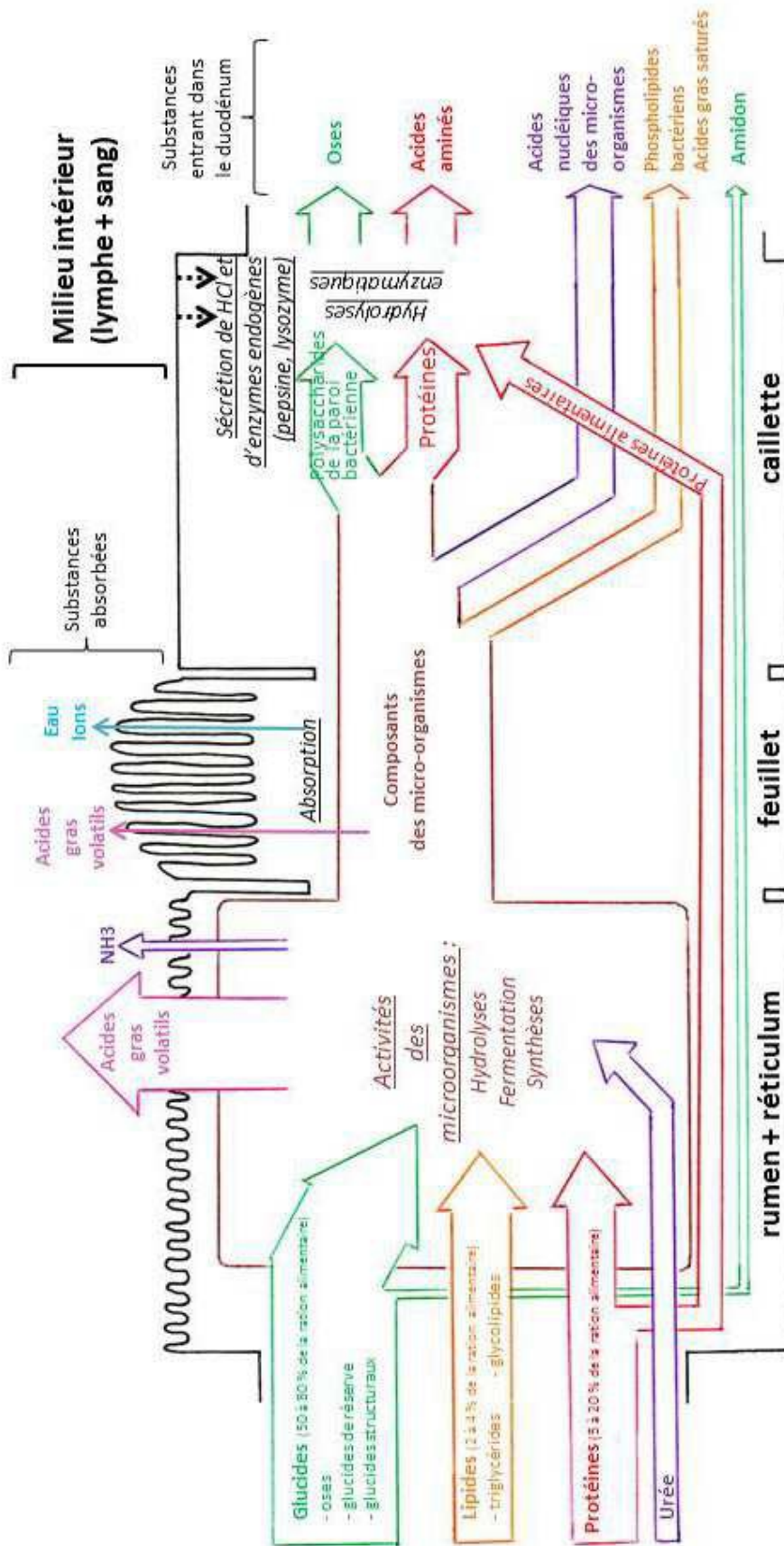
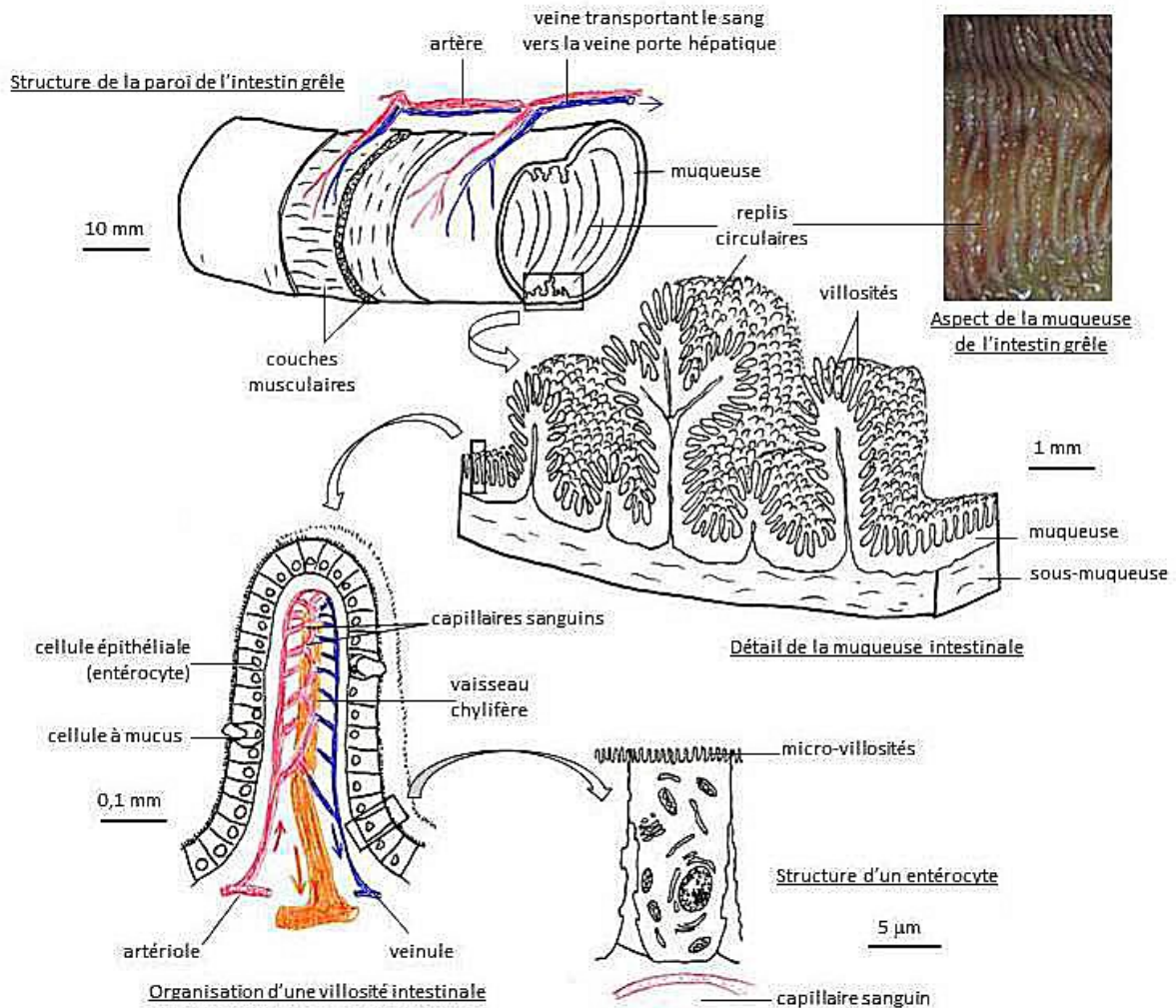


Schéma-bilan de la digestion et de l'absorption dans « l'estomac » de la vache

ANNEXE 5 : L'ABSORPTION DES NUTRIMENTS

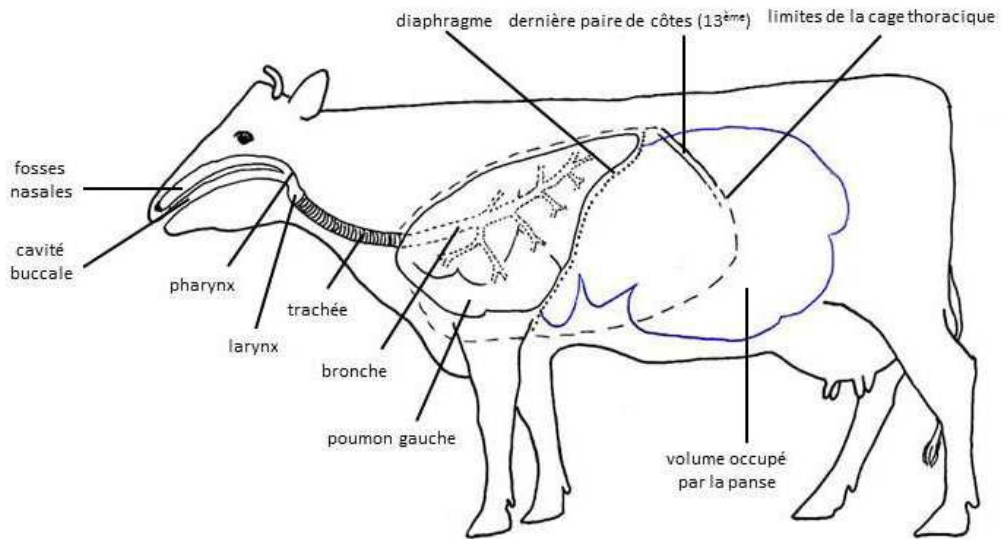


La surface de l'intestin grêle constitue une vaste surface d'absorption

Nutriments	Vache	Porc
Acides gras volatils	60 à 80 %	5 à 12 %
Acides gras longs	5 à 10 %	5 à 15 %
Acides aminés	15 à 25 %	20 à 30 %
Glucose	0 à 5 %	50 à 70 %

Comparaison de la part des différents nutriments dans l'énergie absorbée chez la vache et le porc, mammifère non ruminant.

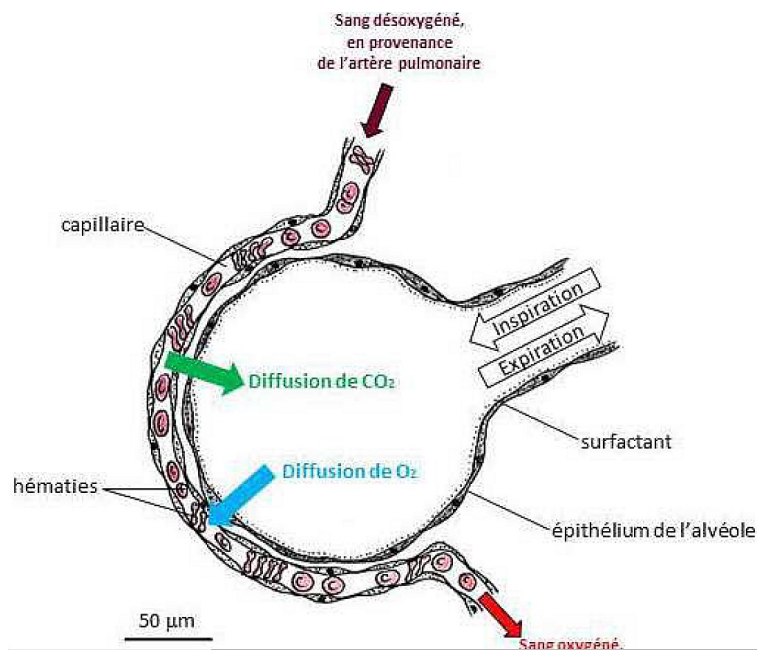
ANNEXE 6 : LA RESPIRATION



Anatomie de l'appareil respiratoire de la vache, vue latérale gauche.

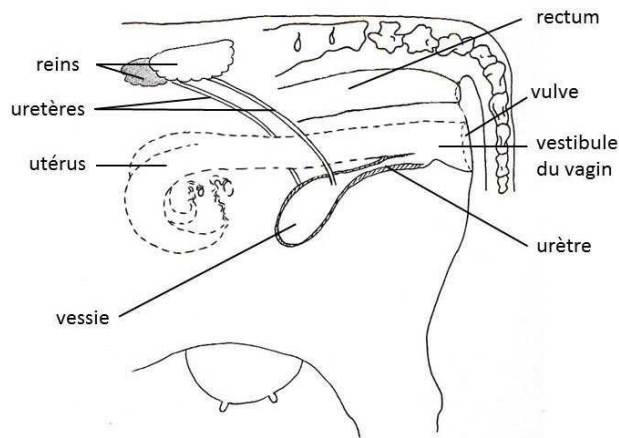
	Vache (700 kg)	Cheval (500 kg)
Masse des poumons / masse du corps (en %)	0,73	1,02
Volume des poumons (en L)	12,4	42,0
Surface alvéolaire / volume des poumons (en cm^2/cm^3)	635	755
Surface alvéolaire totale (en m^2)	316	2457

Caractéristiques comparées des poumons chez la vache et le cheval.



Surface d'échange alvéolaire

ANNEXE 7 : L'EXCRETION

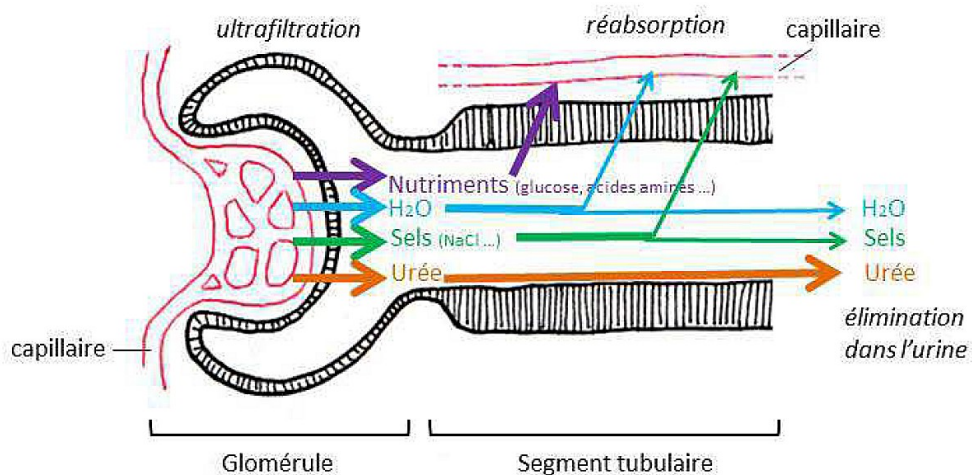


Appareil uro-génital de la vache

Les organes génitaux sont représentés en pointillés.

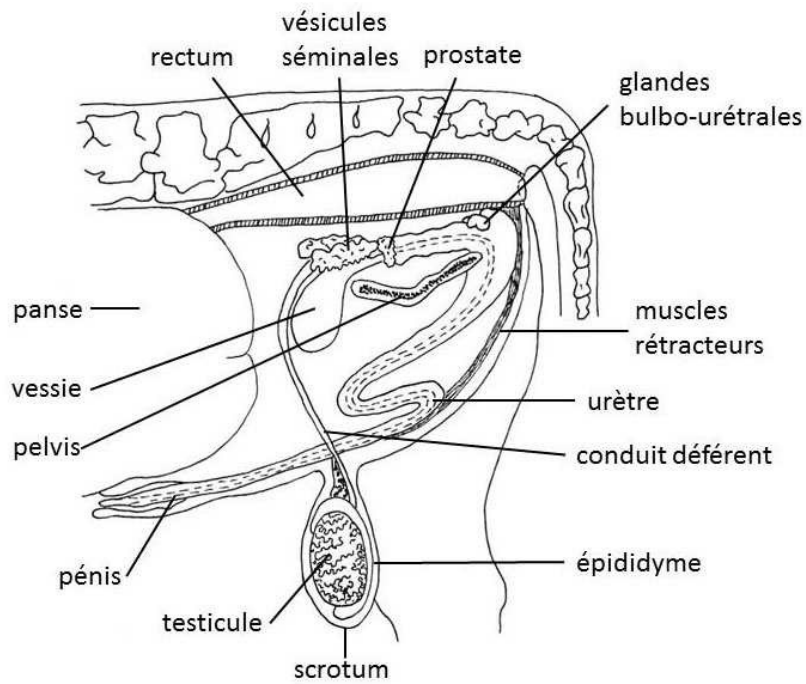
Constituants essentiels	Plasma	Urine
protéines	67-75 g/L	0
glucose	2,2-5,6 mmol/L	0
Na ⁺	136-144 mmol/L	8-40 mmol/L
K ⁺	3,6-4,9 mmol/L	325 mmol/L
Cl ⁻	99-107 mmol/L	20-80 mmol/L
Urée	3,6-8,9 mmol/L	179-293 mmol/L

Comparaison de quelques composants essentiels du plasma sanguin et de l'urine de vache.

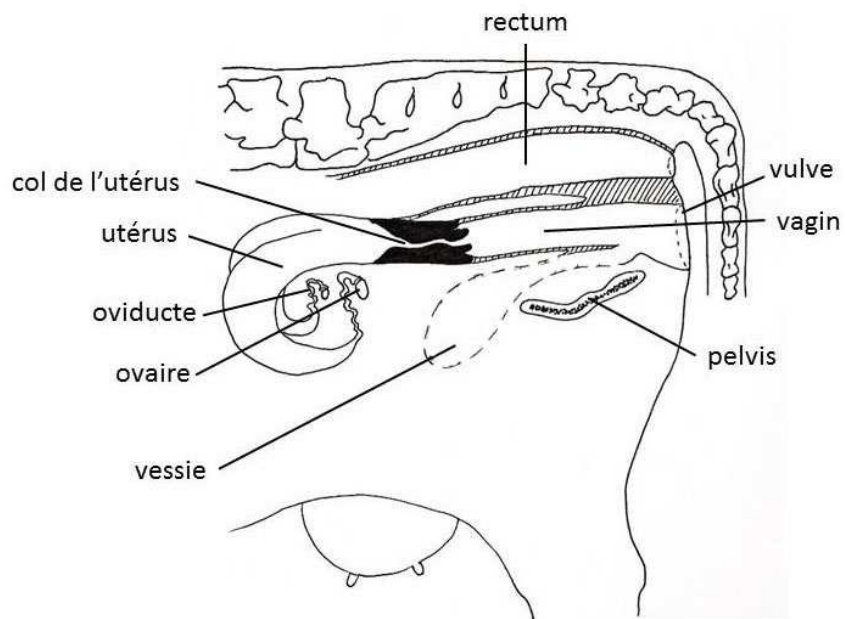


Principe du fonctionnement du néphron

ANNEXE 8 : LES APPAREILS REPRODUCTEURS

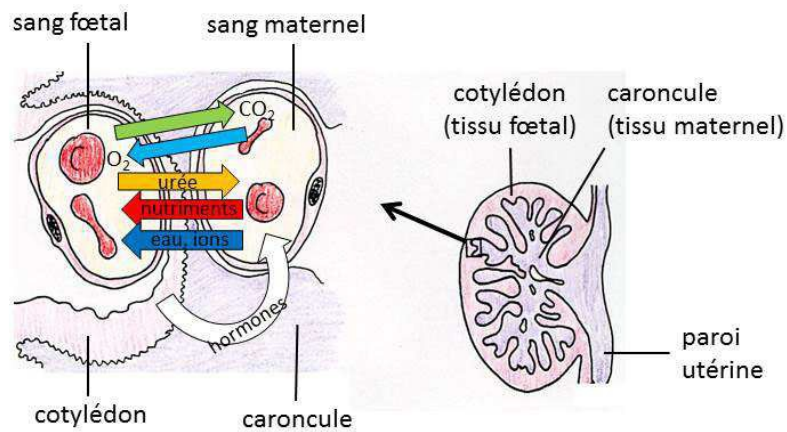
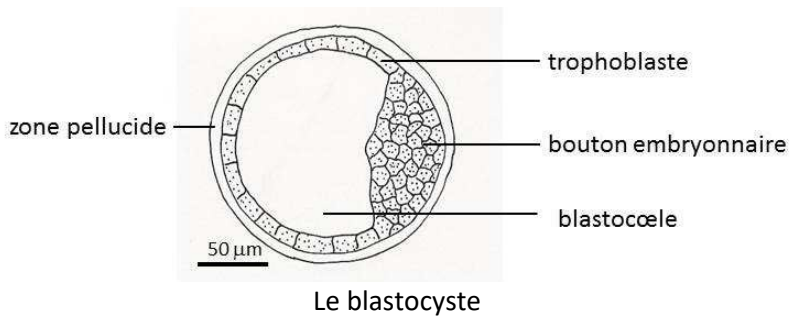


L'appareil urogénital du taureau

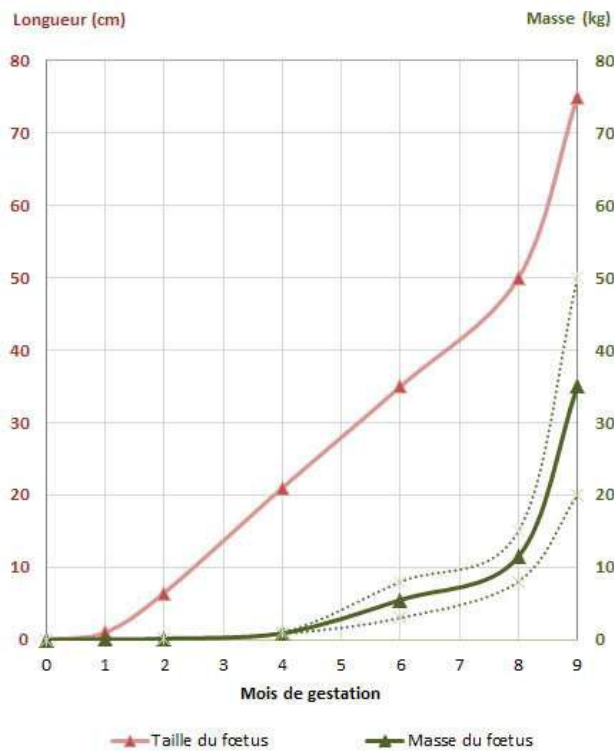


Appareil urogénital de la vache

ANNEXE 9 : DEVELOPPEMENT ET PLACENTA

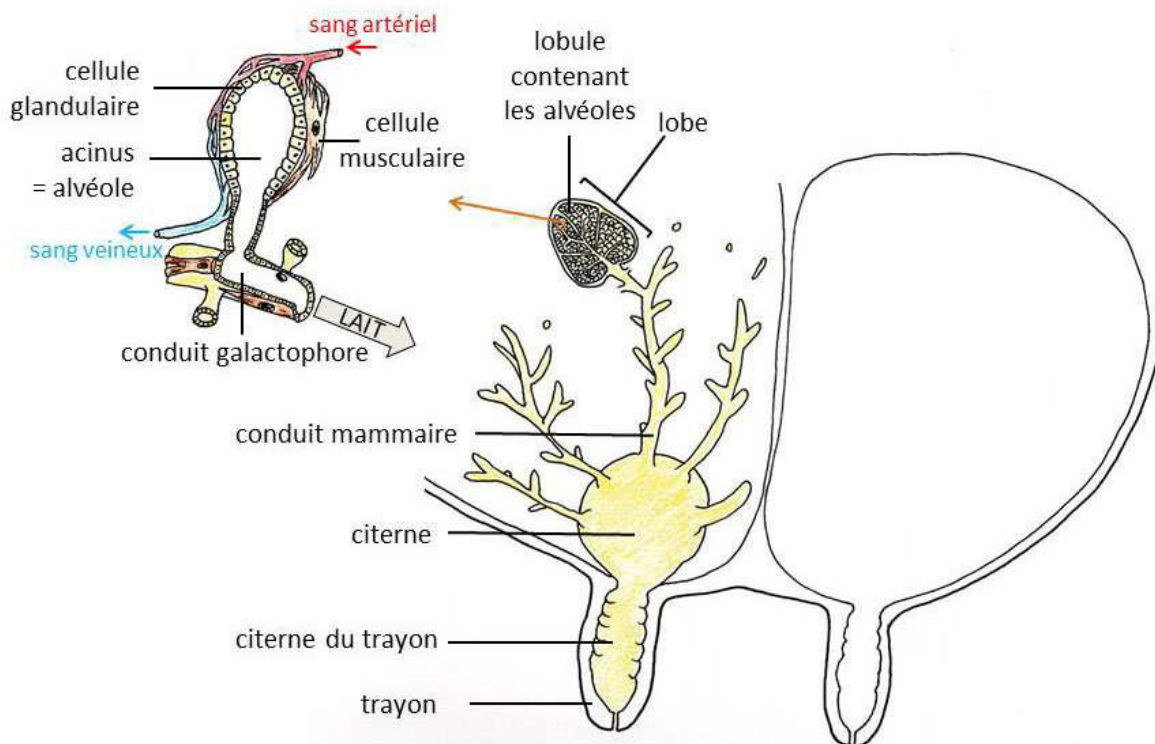


Echanges au niveau d'un placentome. Les placentomes sont des sortes de boutons pressions dont la partie maternelle s'appelle caroncule et la partie embryonnaire cotylédon.



Evolution de la taille et de la masse du fœtus au cours de la gestation chez la vache. Les courbes en pointillés correspondent aux masses minimales et maximales du fœtus, selon la race.

ANNEXE 10 : LA LACTATION ET SON CONTROLE

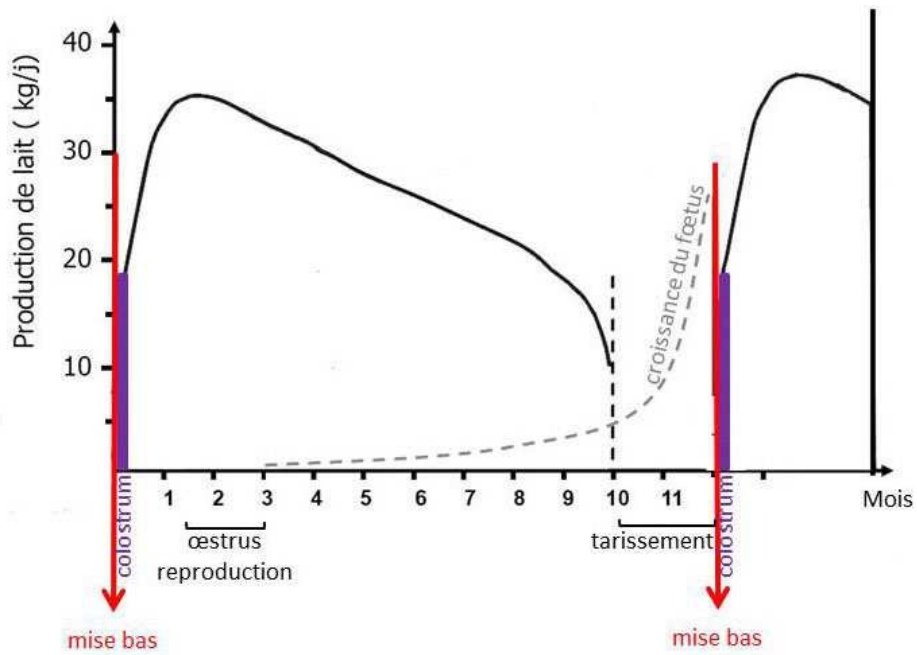


La glande mammaire, une glande acineuse complexe

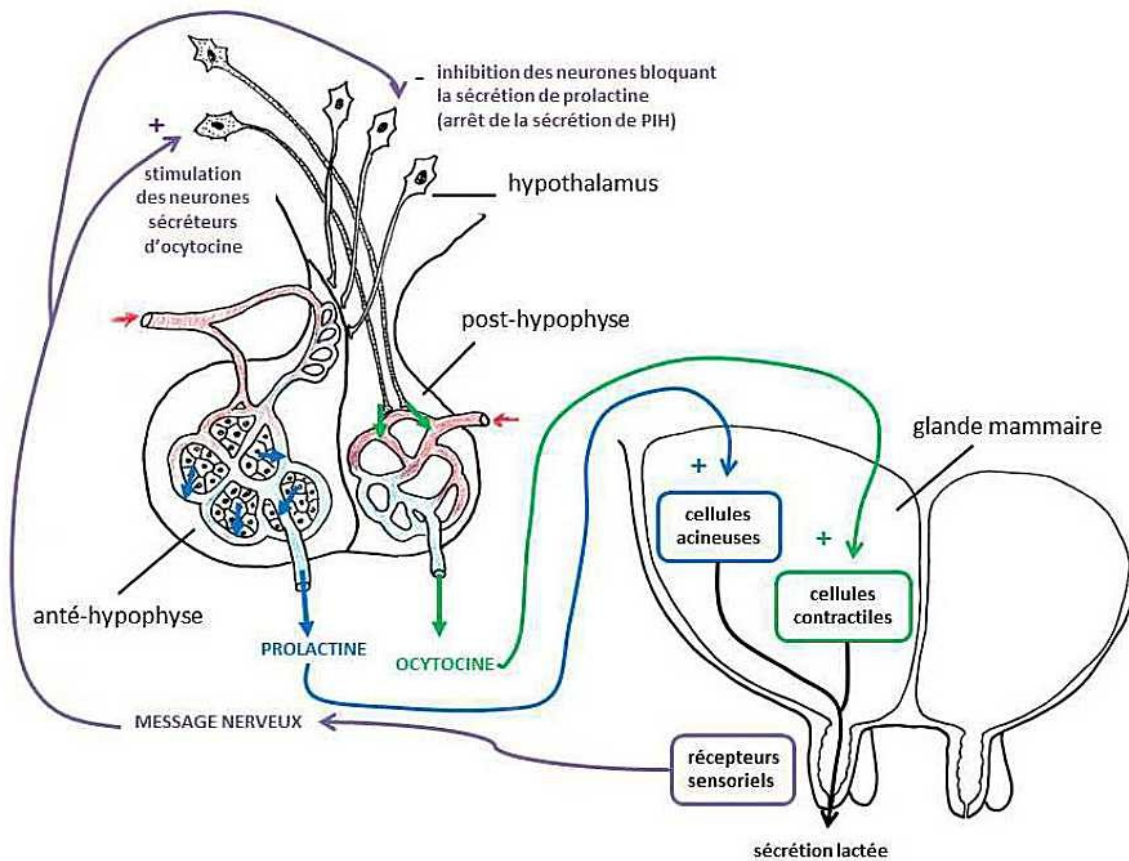
Composants	g/L
Eau	905
Matière grasse, dont :	36-40
Glycérides	36
Phospholipides	0,4
Stérols	0,1
Matières azotées, dont :	33
Caséines	27
Protéines solubles (globulines, albumines...)	5
Substances azotées non protéiques	1
Lactose	48-50
Sels minéraux, dont :	7-8
Calcium (associé aux caséines)	1,25
Phosphore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

Composition du lait

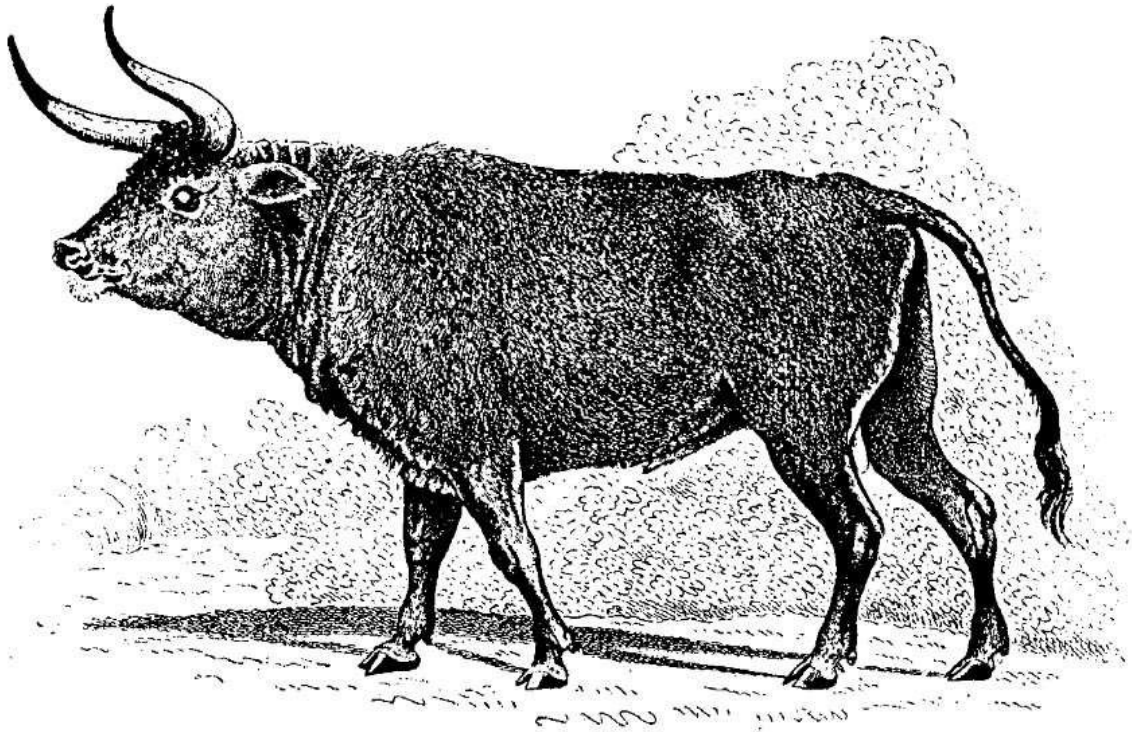
ANNEXE 11 : LA LACTATION ET SON CONTROLE



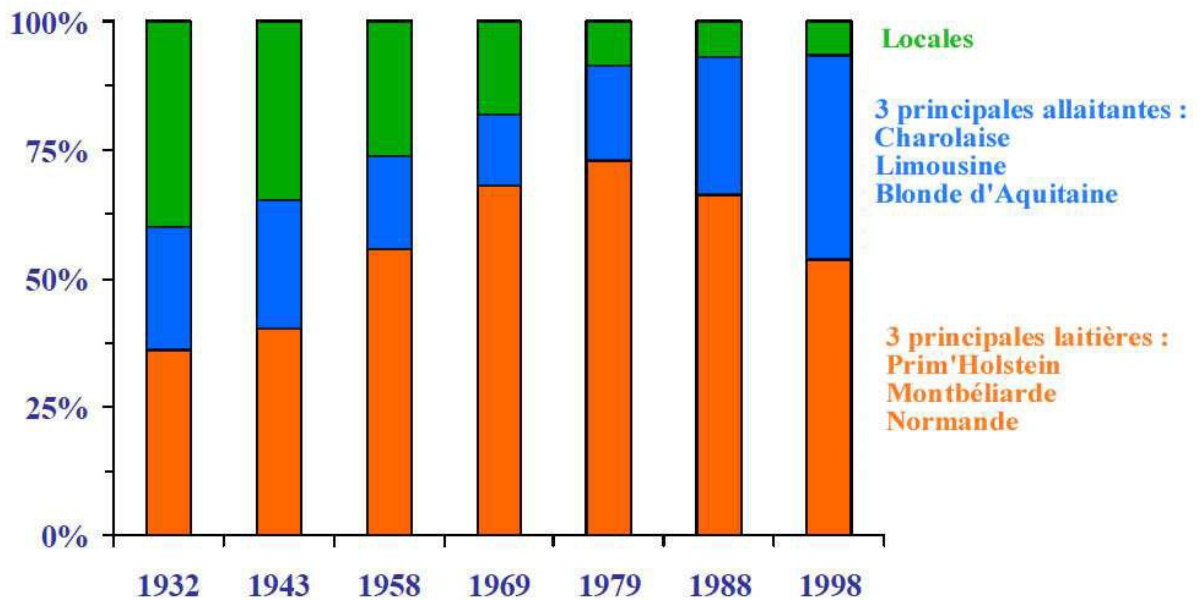
Rythme annuel de vêlage et de lactation d'une vache laitière. Le colostrum, non commercialisable, est récolté pour être donné au veau.



ANNEXE 12 : DOMESTICATION ET SELECTION

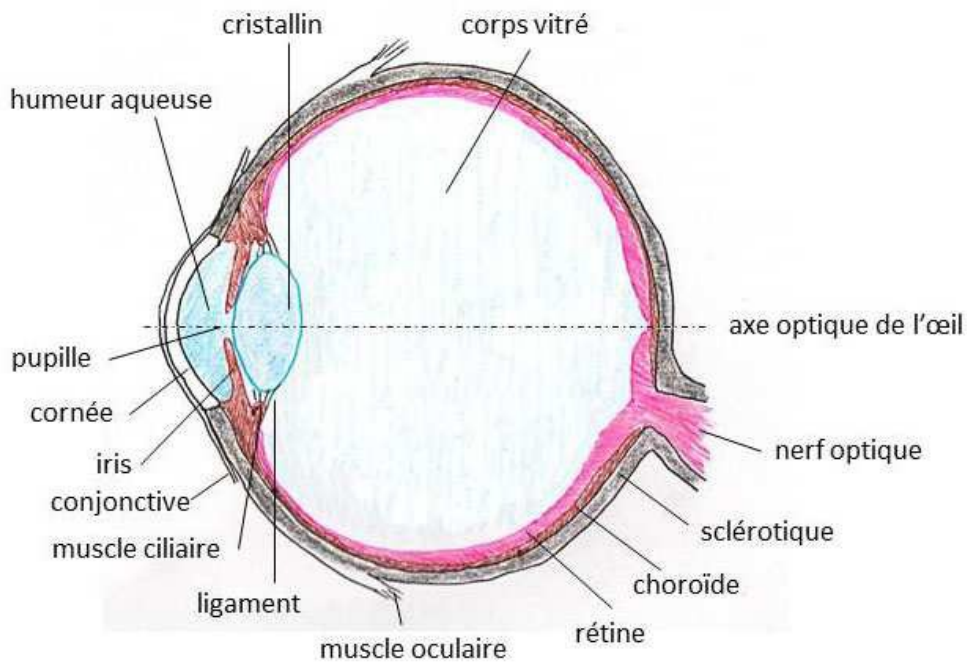


Aurochs représenté sur le tableau d'Augsburg, peinture datant du premier quart du XVIe siècle

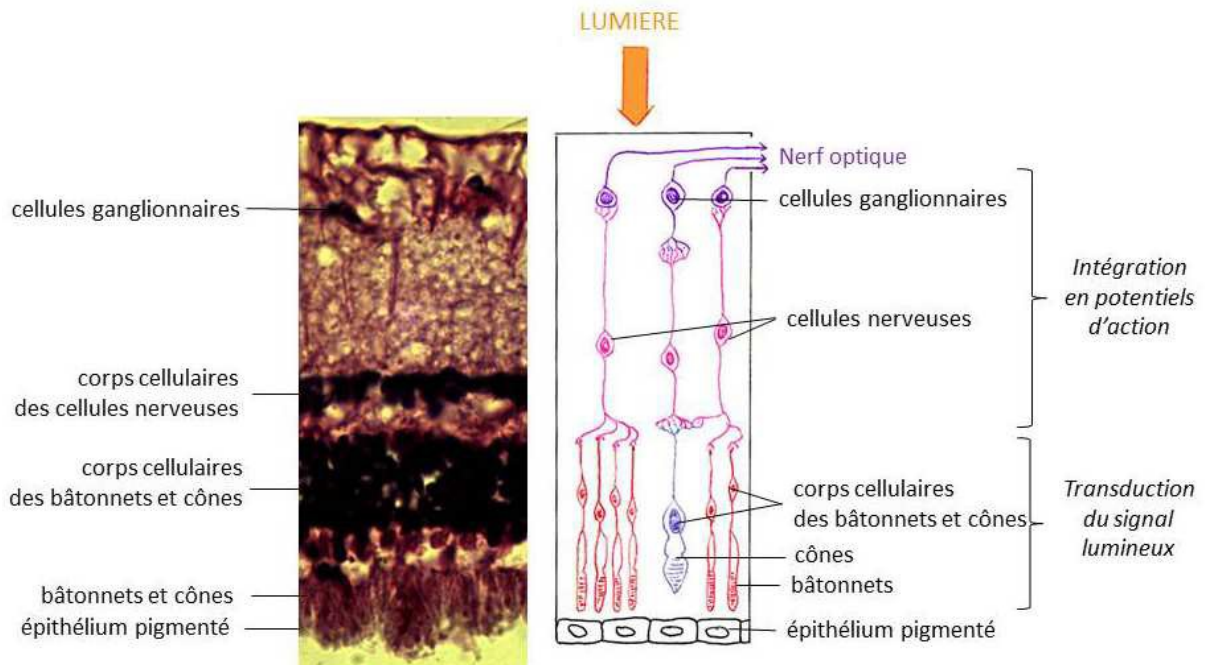


Evolution des effectifs des différentes races de vache au cours du XXe siècle

ANNEXE 13 : LA VISION



Coupe sagittale de l'œil



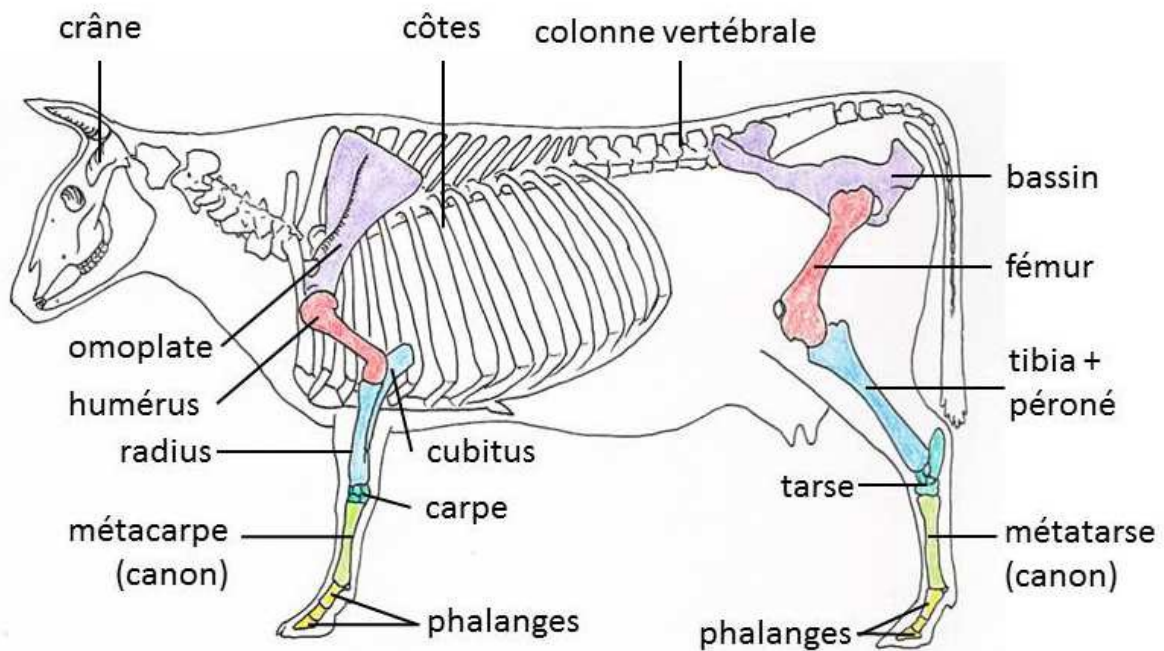
Coupe transversale de rétine de boeuf observée au MO, et organisation schématisée de la rétine. La lumière traverse toutes les couches cellulaires avant d'atteindre les cellules réceptrices.

ANNEXE 14 : DIVERSITE DES ORGANES DES SENS

Fonction	Organe sensoriel	Récepteur sensoriel	stimulus	Particularités chez la vache
Vision	Œil	Photorécepteurs	lumière	Large champ de vision, vision binoculaire restreinte, myopie, ajustement lent aux variations d'intensité
Audition	Oreille	Mécanorécepteurs	Vibrations sonores	Pavillon mobile. Perception des hautes fréquences, jusque 35.000 Hz (20.000 Hz chez
Equilibration			Position de la tête	l'homme). Fréquence de perception optimale : 8000 Hz qui correspond à la fréquence des cris d'alarme, peut être entendue dès une intensité de 11 décibels.
Olfaction	Cavité nasale	Chimiorécepteurs	Substances chimiques en solution	Grande sensibilité aux odeurs. Communication olfactive entre les individus (phéromones)
Gustation	Langue	Chimiorécepteurs	Substances chimiques en solution	Sensibilité aux 4 goûts primaires (sucré, salé, amer, acide)
Somesthésie : Toucher, pression Température Douleur	Tégument	Mécanorécepteurs Thermorécepteurs Nocirécepteurs	Pression Variations de température	Récepteurs à la pression répartis dans tout l'organisme. Récepteurs tactiles au niveau de la peau, zones les plus sensibles : joues, encolure, attache de la queue, intérieur des cuisses, mamelle, vulve. Récepteurs à la douleur répartis dans tout l'organisme. Peu de signes extérieurs de souffrance (cela évite d'attirer l'attention d'un prédateur dans le cas des bovidés sauvages)

ANNEXE 15a : LA LOCOMOTION

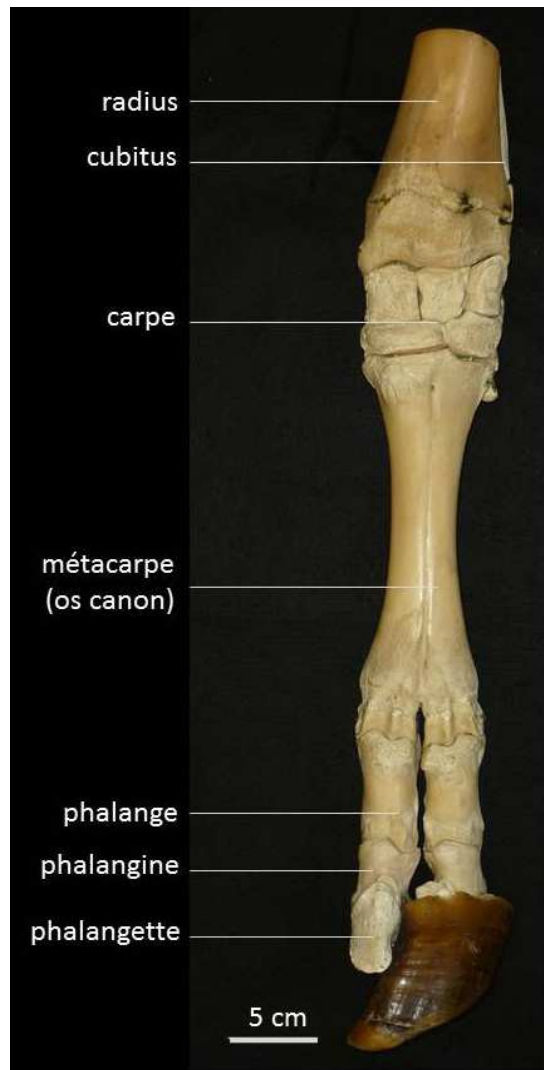
Stylopode	Bras : humérus		Cuisse : fémur	
Zeugopode	Avant-bras : cubitus, radius		Jambe : péroné (+ rotule), tibia	
Autopode	<ul style="list-style-type: none"> - Poignet : carpe (une dizaine d'os) - Paume de la main : métacarpes (5 os) - Doigts : phalanges (3 os pour chaque doigt, sauf pour le pouce : 2 os) 	<ul style="list-style-type: none"> - Carpe : 6 os - Présence des seuls métacarpes III et IV, soudés en un os canon - Présence des seuls doigts III et IV 	<ul style="list-style-type: none"> - Cheville : tarse (une dizaine d'os) - Plante du pied : métatarses (5 os) - Doigts : phalanges (3 os pour chaque doigt, sauf pour le pouce : 2 os) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tarse : 5 os - Présence des seuls métatarses III et IV, soudés en un os canon - Présence des seuls doigts III et IV



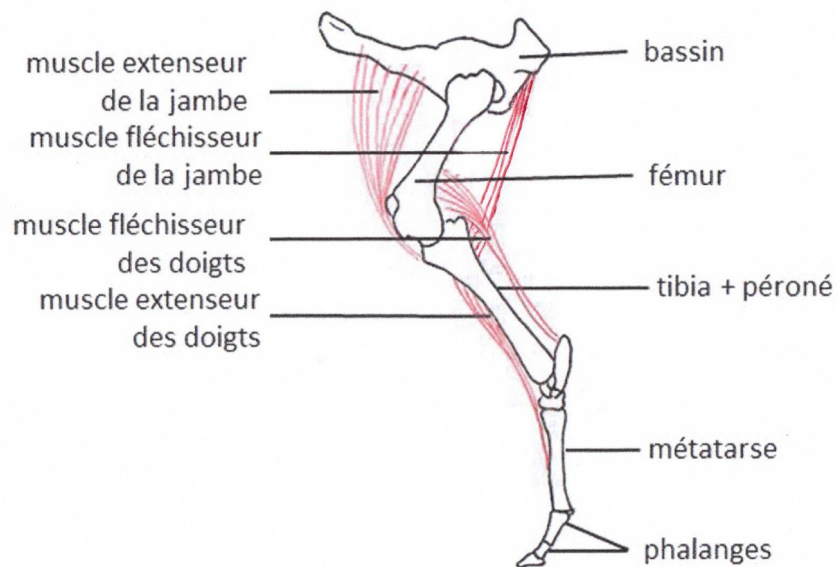
Squelette de la vache

En blanc : squelette axial ; en violet : ceintures ; en rouge : stylopode ; en bleu : zeugopode ; en vert, vert clair et jaune : autopode.

ANNEXE 15b : LA LOCOMOTION



Squelette de la main de vache



Muscles antagonistes du membre postérieur de la vache

ANNEXE 16 : LA CIRCULATION ET LES COMMUNICATIONS ENDOCRINES

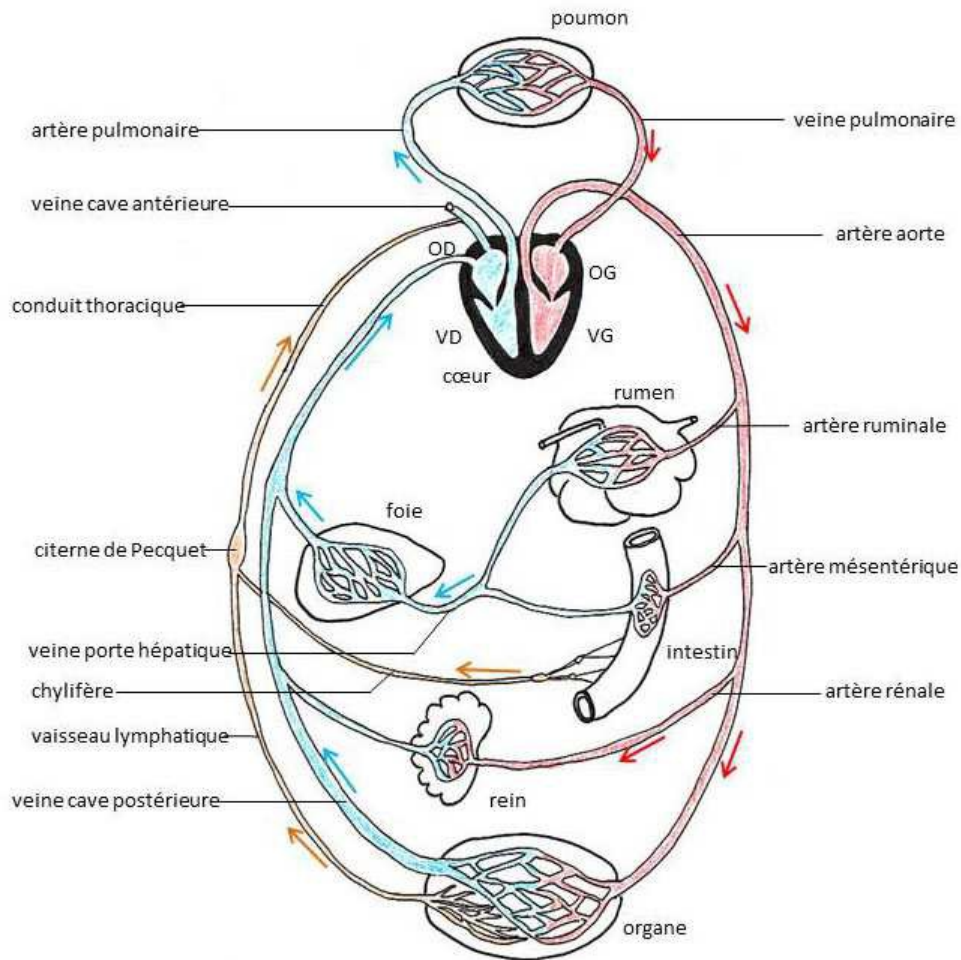
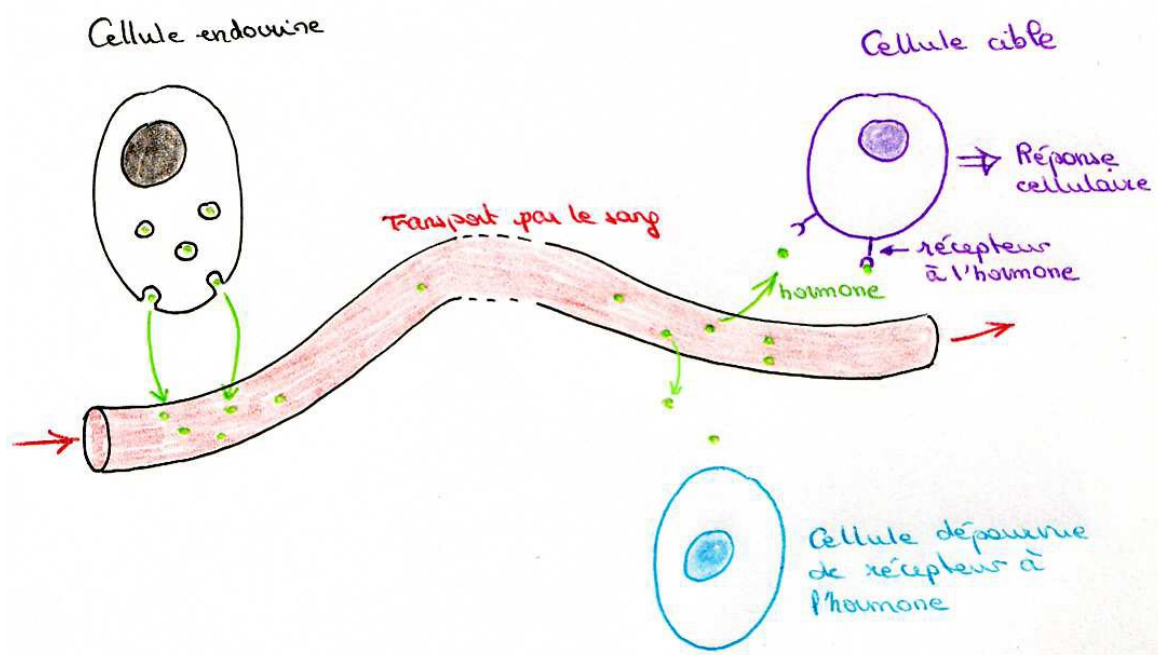
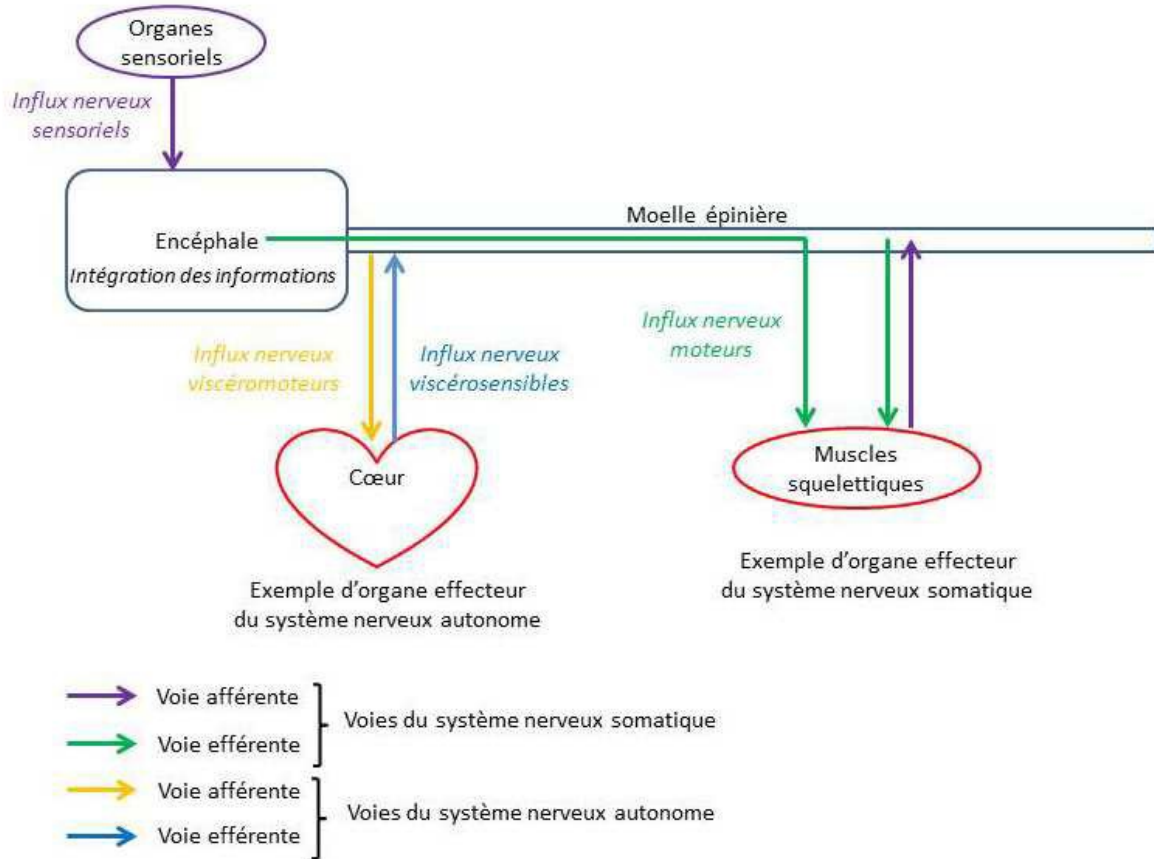


Schéma général de la circulation sanguine de la vache et du réseau lymphatique
 OD : oreillette droite, VD : ventricule droit, OG : oreillette gauche, VG, ventricule gauche



Principe de la communication hormonale

ANNEXE 17 : LE SYSTEME NERVEUX



Communications nerveuses chez un Vertébré