

Figure 1.A : différentes races de vaches élevées en France

46 races de vaches sont reconnues en France , 85% du cheptel français est représenté par 5 races (Prim'Holstein, Charolais, Normande, Montbéliarde, Limousine). Le cheptel français est le plus grand d'Europe avec 18 millions d'individus.

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 kg pour les meilleures laitières. La France est le 1^{er} pays laitier d'Europe.



Race laitière : la Montbéliarde



Race laitière : la Prim Holstein



Race à viande : la Limousine



Race rustique : la Salers



Race à viande : la Charolaise



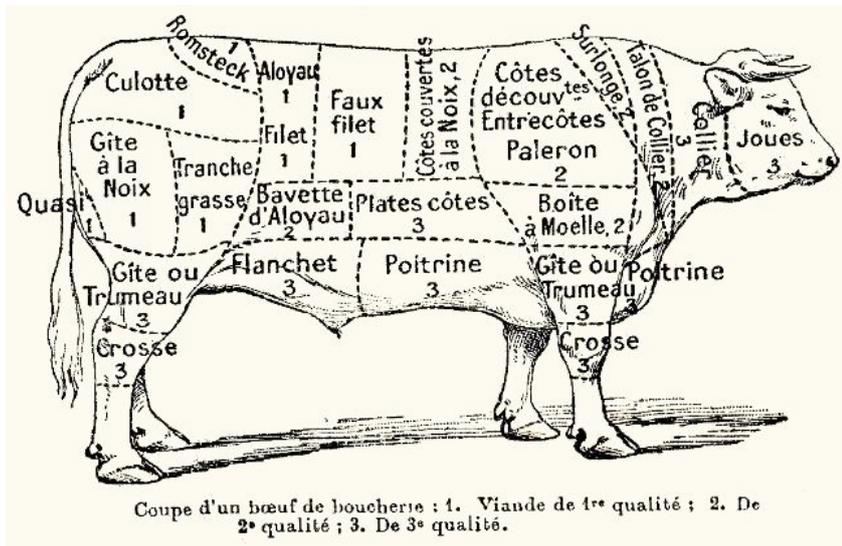
Vache allaitante

Figure 2.A : des vaches...pour quoi faire?

Pour la traction mécanique



Pour la viande



Pour le lait

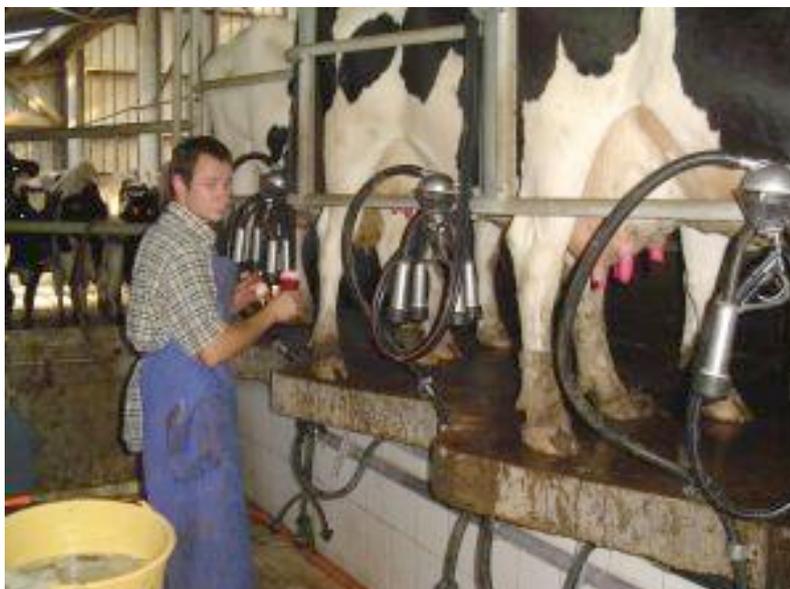


Figure 2.B : élever des vaches
Troupeaux dans les pâturage en Vanoise (août 2017)



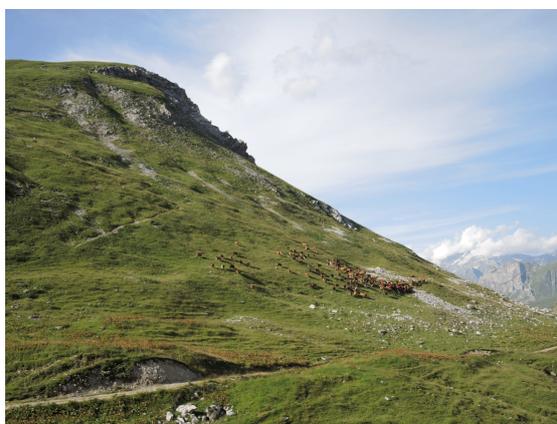
Dès que les pâtures le permettent, les troupeaux montent en alpage ; en principe, autour de mi-juin et jusqu'à fin septembre. Ce sont les 100 jours. La plupart des alpages sont dits "familiaux", chaque exploitation possédant (ou louant) son chalet et les terrains aux alentours. Sur les alpages laitiers, la **traite** continue d'être effectuée **2 fois par jour** soit en rentrant les troupeaux dans les étables (à côté des chalets), soit grâce aux machines à traire mobile.

Ces machines de 2 à 10 postes ont l'avantage de se déplacer en même temps que les troupeaux, ce qui permet une meilleure gestion des prairies, surtout quand celles-ci se trouvent éloignées de l'étable.

La pâture des alpages contribue également à la richesse floristique et à la biodiversité de nos montagnes.

Le lait est ensuite descendu 2 fois par jour (par 4x4) dans les coopératives pour être transformé en Beaufort.

D'après <http://www.cchautemaurienne.com/fichiers/23-gidal.pdf>



Machine à traire mobile

Au pré : dans le Jura

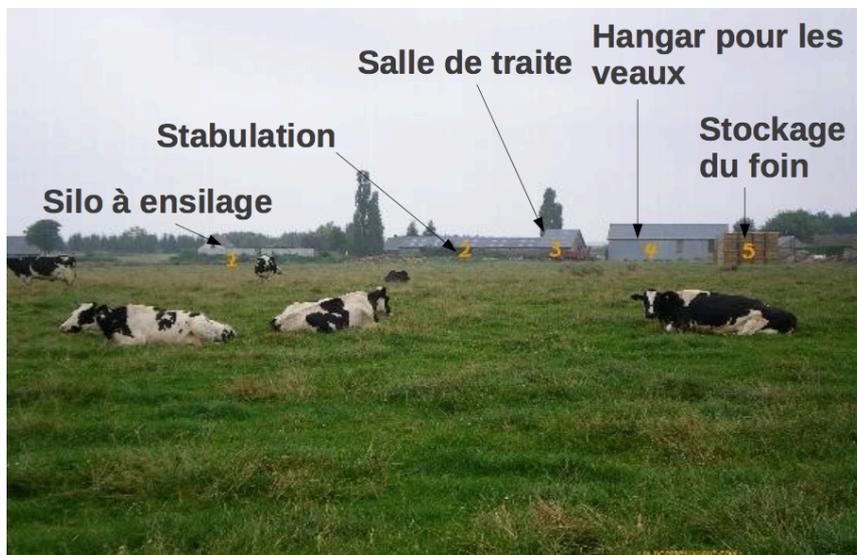
Stabulation libre



Nourriture à l'étable : foin (herbe séchée au soleil), ensilage (fermentation lactique à l'abri du dioxygène), compléments alimentaires.



Une ferme standard



La traçabilité : chaque vache doit être accompagnée de son passeport et de son attestation sanitaire

Les soins aux animaux : vêlage

Les soins aux animaux : nettoyage des mamelles



Les soins aux animaux : écornage thermique d'un veau



D'où l'expression : "un vent à décorner les boeufs"

Figure 3 : L'alimentation dépend du type de production (www.cairn.info)

| Type de bovins | Poids des animaux (kg) | Production animale | Régime alimentaire | Méthane produit (g/j/animal) |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Vache laitière | 600 | 0 | Foin | 146 |
| | 600 | 20 kg/l | 75% F + 25% C | 393 |
| | 650 | 30 kg/l | 65% E + 35% C | 428 |
| | 700 | 40 kg/l | 60% E + 40% C | 500 |
| Vache allaitante | 650 | 0 kg/l | Foin | 207 |
| | 650 | 7 kg/l | Foin | 264 |
| Génisse laitière | 125 | | 28% F + 72% C | 40 |
| | 250 | | 73% F + 27% C | 131 |
| | 650 | | 75% F + 25% C | 178 |
| | (gestante: 2 derniers mois) | 650 | | 50% F + 50% C |
| Taurillon Frison | 150 | 1 000 g/l | 15% F + 85% C | 27 |
| | 350 | 1 120 g/l | 22% F + 78% C | 150 |
| | 525 | 1 180 g/l | 20% F + 80% C | 193 |
| | 580 | 930 g/l | 60% E + 40% C | 221 |
| Taurillon Charolais | 250 | 1 100 g/l | 40% F + 60% C | 93 |
| | 620 | 860 g/l | 60% E + 40% C | 203 |

F = foin; C = concentré; E = ensilage de maïs

Figure 4 : évolution des quantités de matière sèche ingérées et des besoins énergétiques au cours du cycle physiologique de la vache laitière.

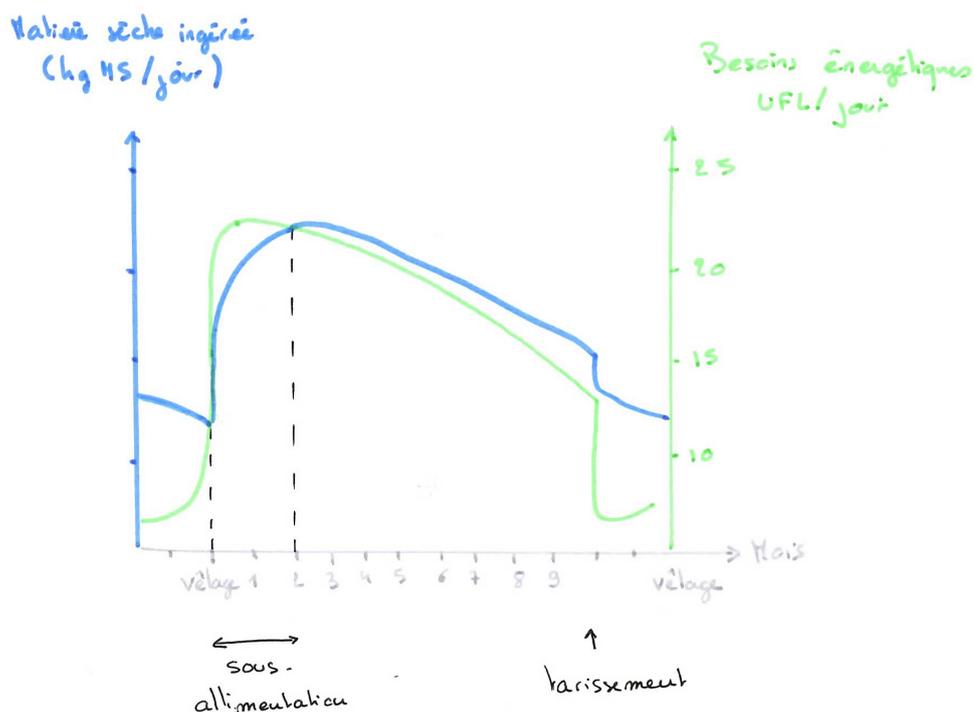


Figure 5 : crâne de la vache et dentition

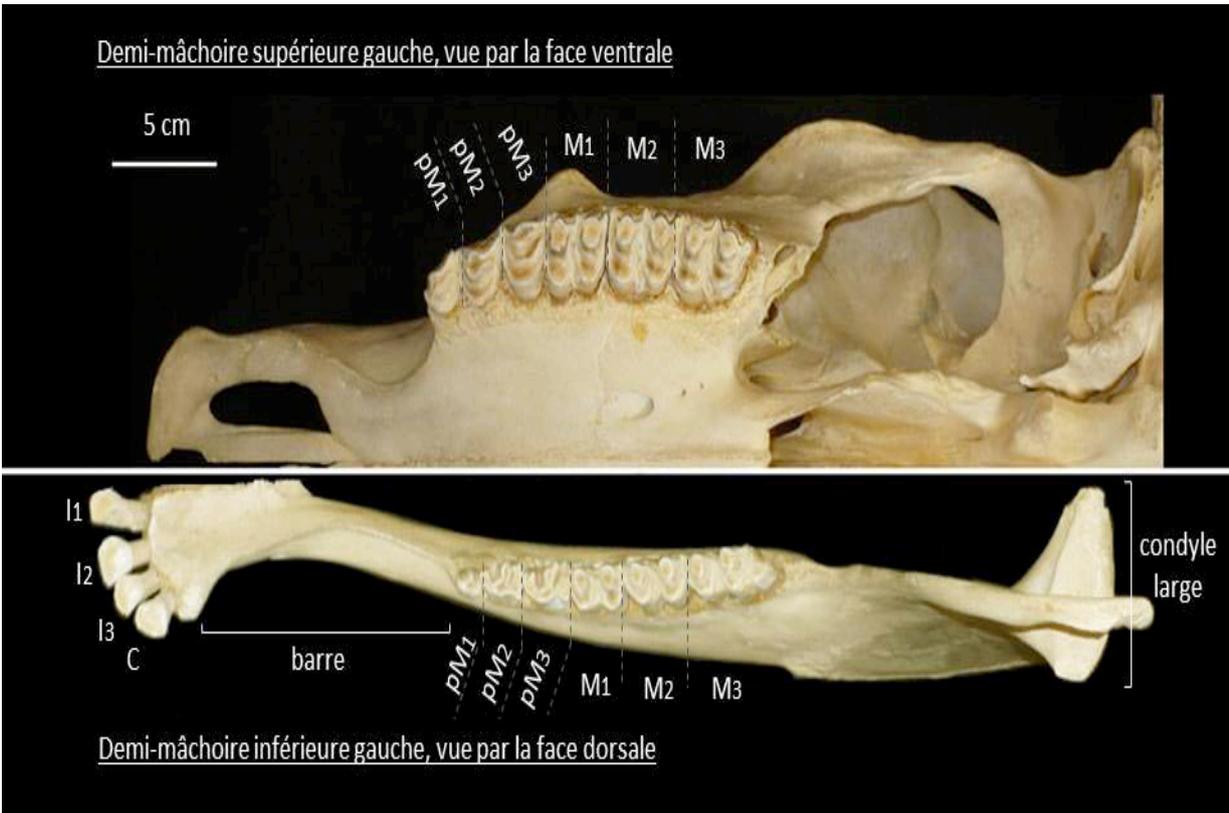


Figure 6 : molaire de vache : dent à croissance continue présentant une table d'usure
 (in Atlas de biologie animale, Heusser et Dupuy, Dunod)

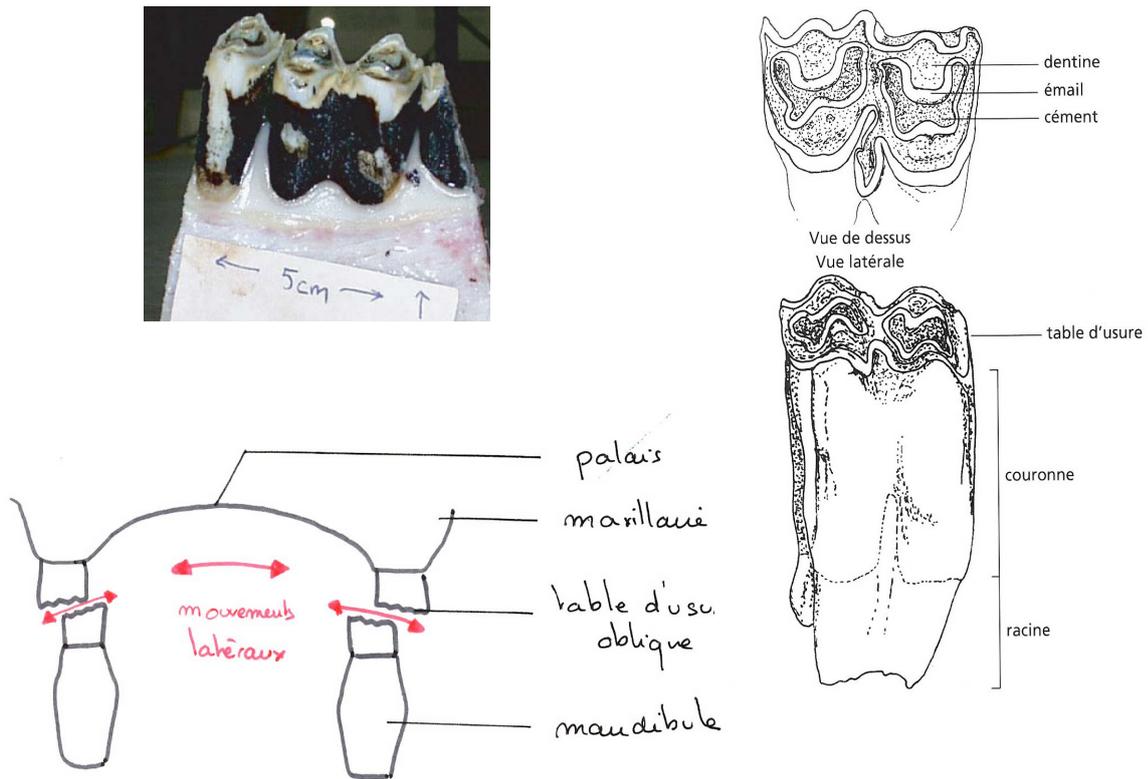


Figure 7 : aspect de l'épithélium des différentes chambres
 (in Segarra *et al.*, Ellipse)



Panse = Rumen



Bonnet = Réticulum



Feuillet = Omasum



Caillette = Abomasum

Figure 8 : fonctions des différentes chambres gastriques
(in Segarra *et al.*, Ellipse)

| | 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 Eructation Absorption | Acides gras volatils |
| | | Bonnet = Réticulum | | | |
| | | Feuillet = Omasum | | | |
| Caillette = Abomasum | | | | | |
| | Compression du bol alimentaire Absorption | | Eau, acides gras volatils, ions minéraux | | |
| | 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 | 0,08 | Absorption | Eau, ions minéraux |
| | | Rectum | | Stockage des fèces | |

Figure 9 : effet du pH sur le métabolisme de la flore de la panse

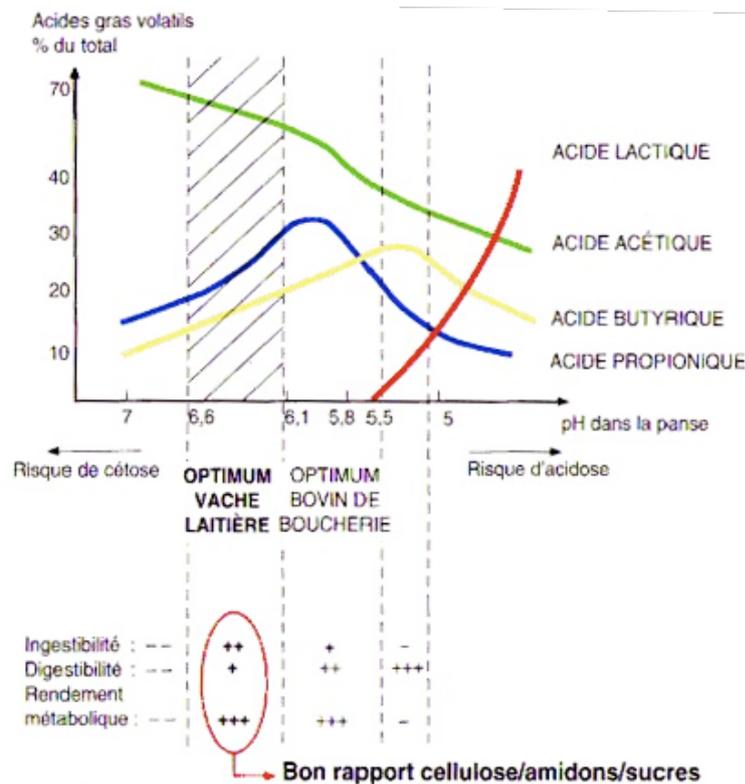


Figure 10a : coupes transversales de différents segments du tube digestif
(in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)

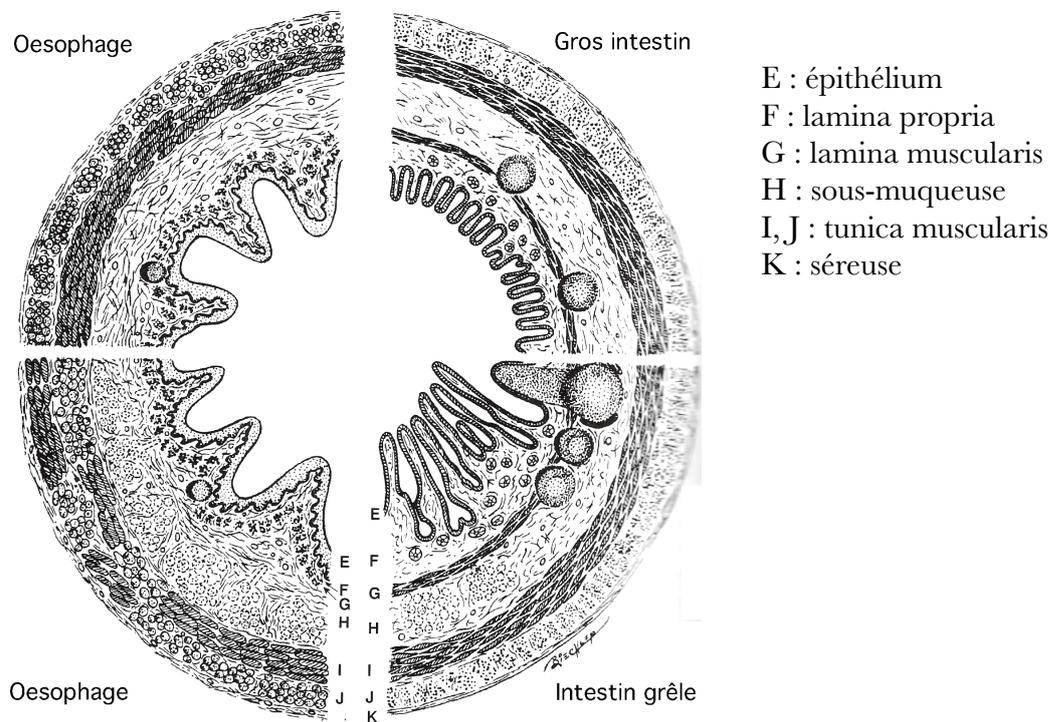


Figure 10b : flore du rumen
(in Segarra *et al.*, Ellipse)

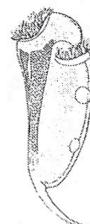
| | Abondance | Quelques espèces | Molécules hydrolysées |
|----------------------------------|---|--|---|
| Bactéries | 10 ⁹ à 10 ¹⁰ /mL de jus de rumen | <i>Bacteroides succinogenes</i> <i>Ruminococcus albus</i> <i>Ruminococcus flavefaciens</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> | cellulose |
| | 1 kg de bactéries chez un bovin | <i>Bacteroides ruminicola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> | hémi-celluloses protéines |
| | | <i>Bacteroides amylophilus</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Bacteroides ruminicola</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 | Chytridiomycète | Fibres indigestibles par les autres micro-organismes |



Entodinium longinucleatum



Diplodinium multivesiculum



Epidinium ecaudatum

Figure 11 : schéma bilan sur la digestion

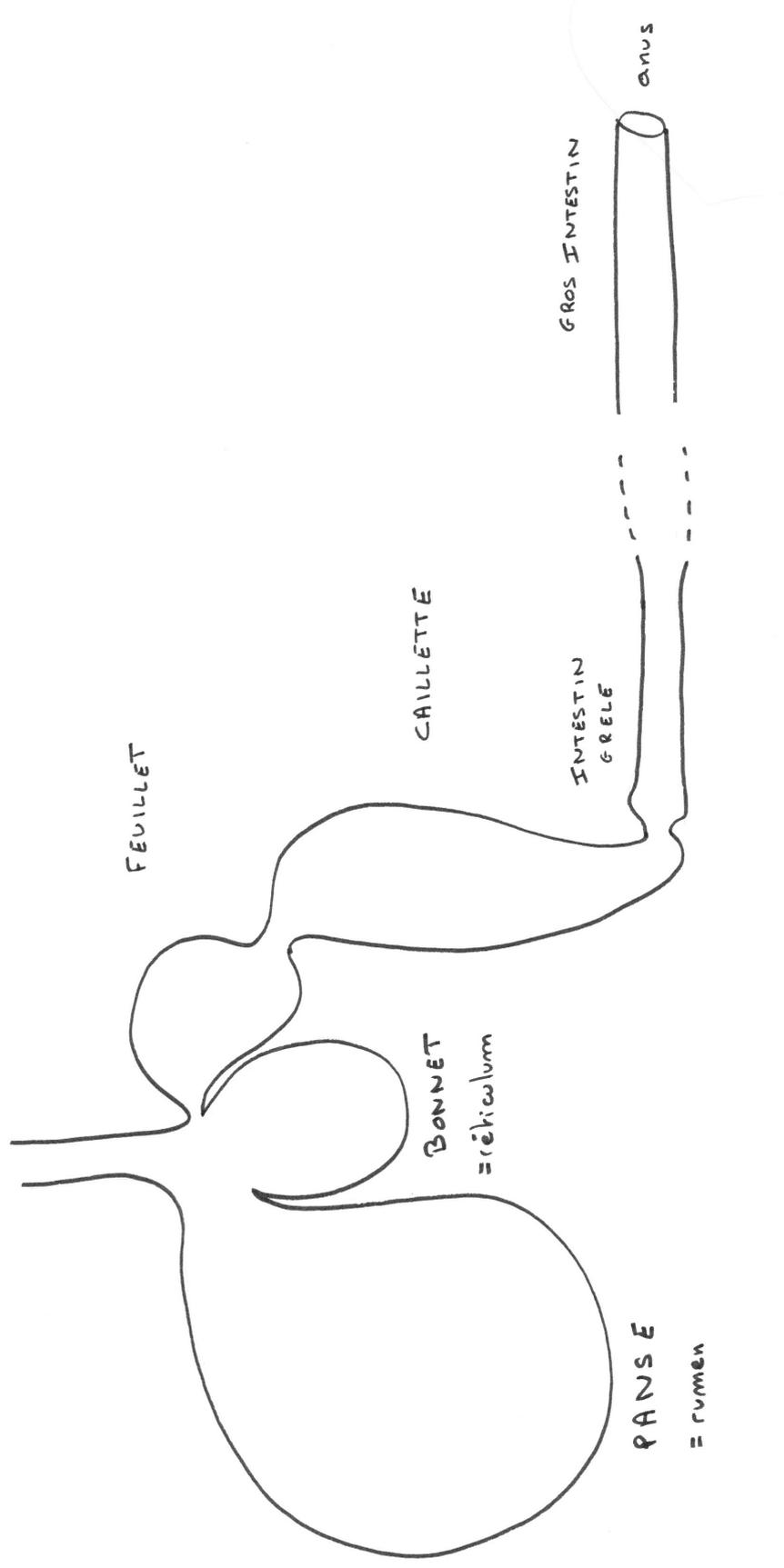


Figure 12 : l'épithélium de l'intestin grêle forme une grande surface d'absorption
 (in Segarra *et al.*, Ellipse)

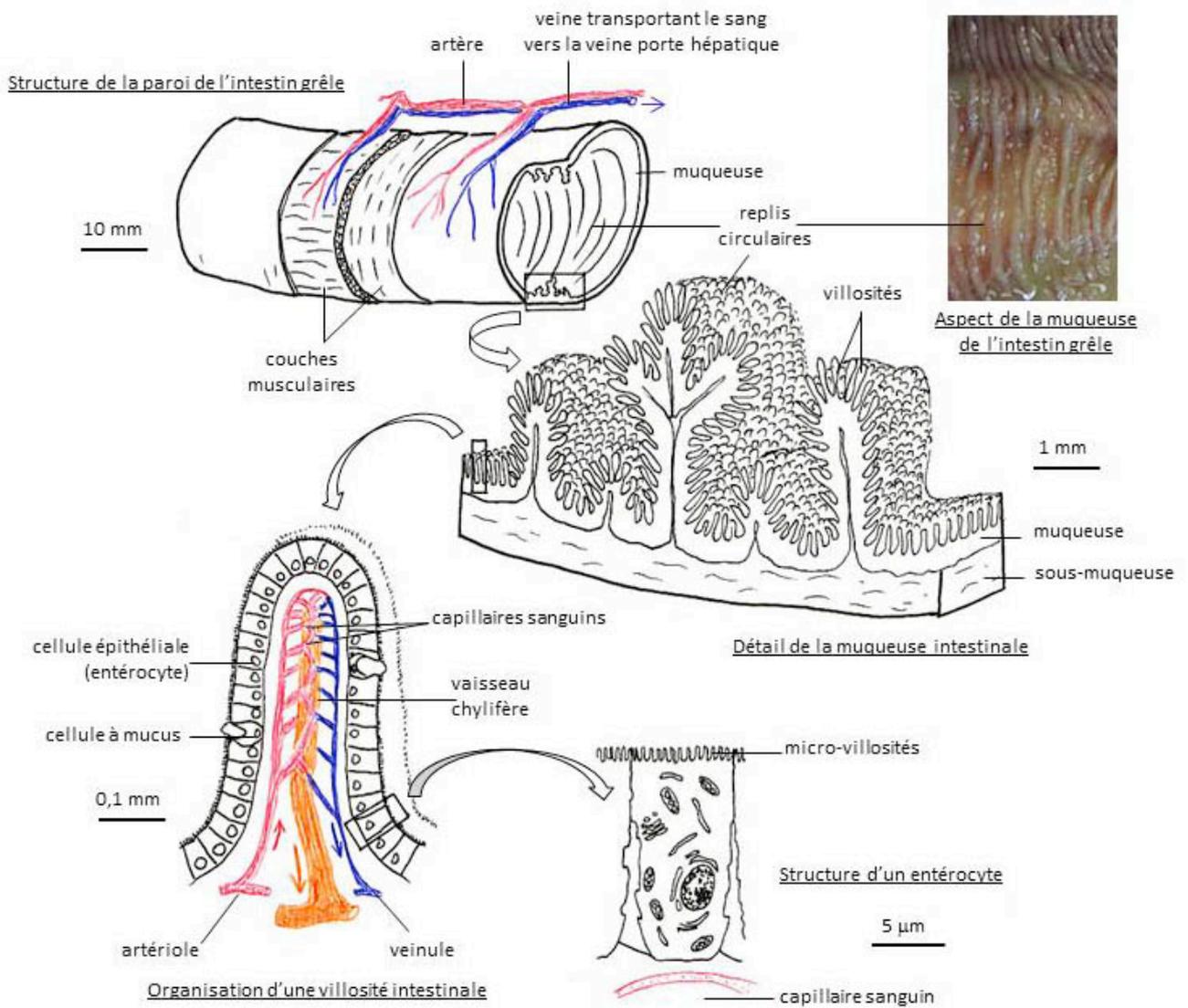


Figure 13 : Formule de l'ATP

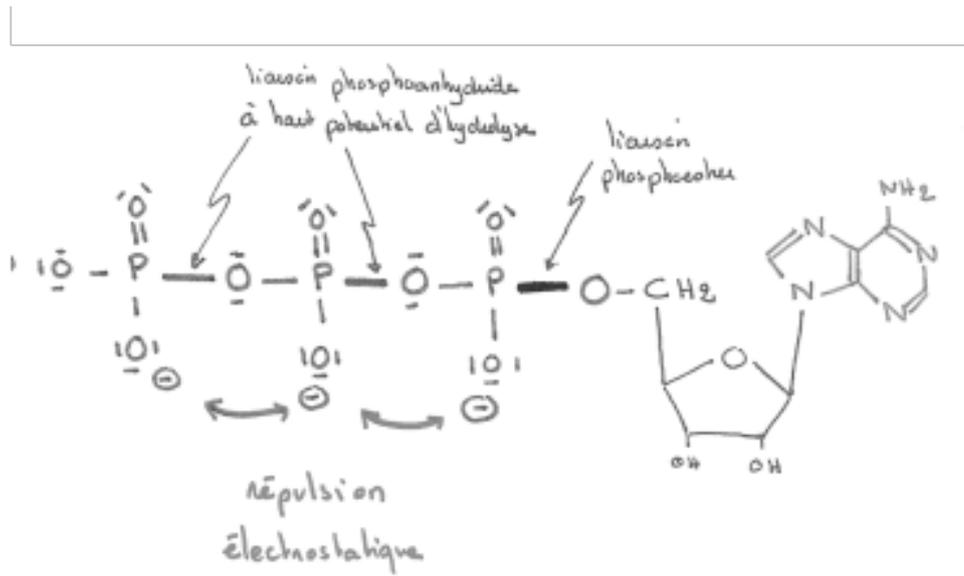


Figure 15 : appareil circulatoire de la vache

(in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)

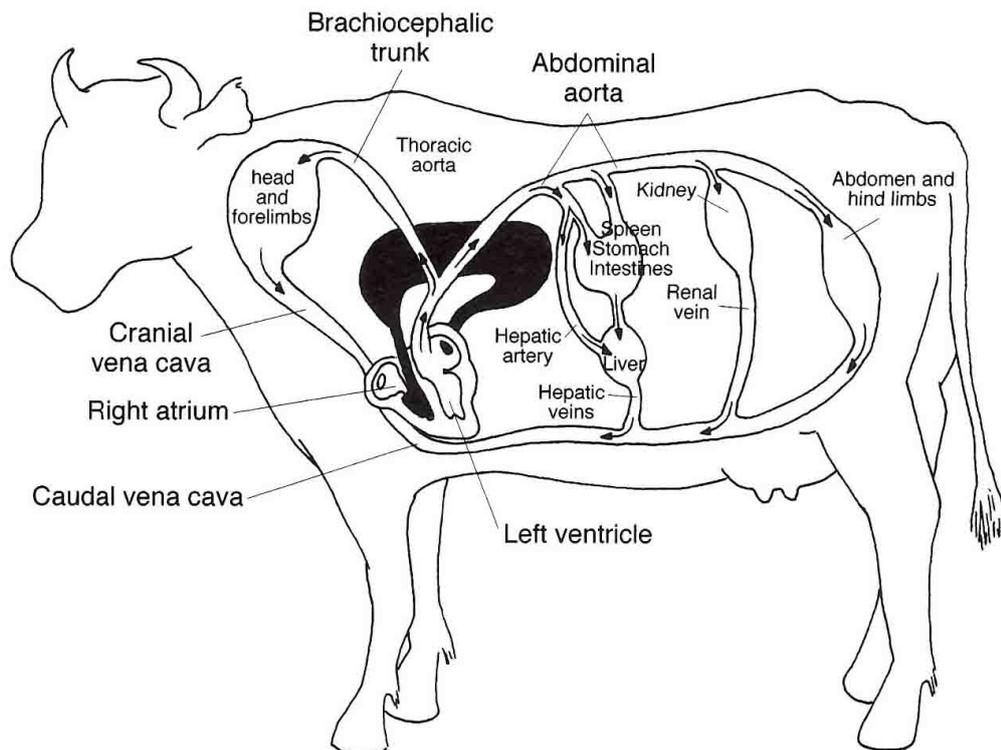
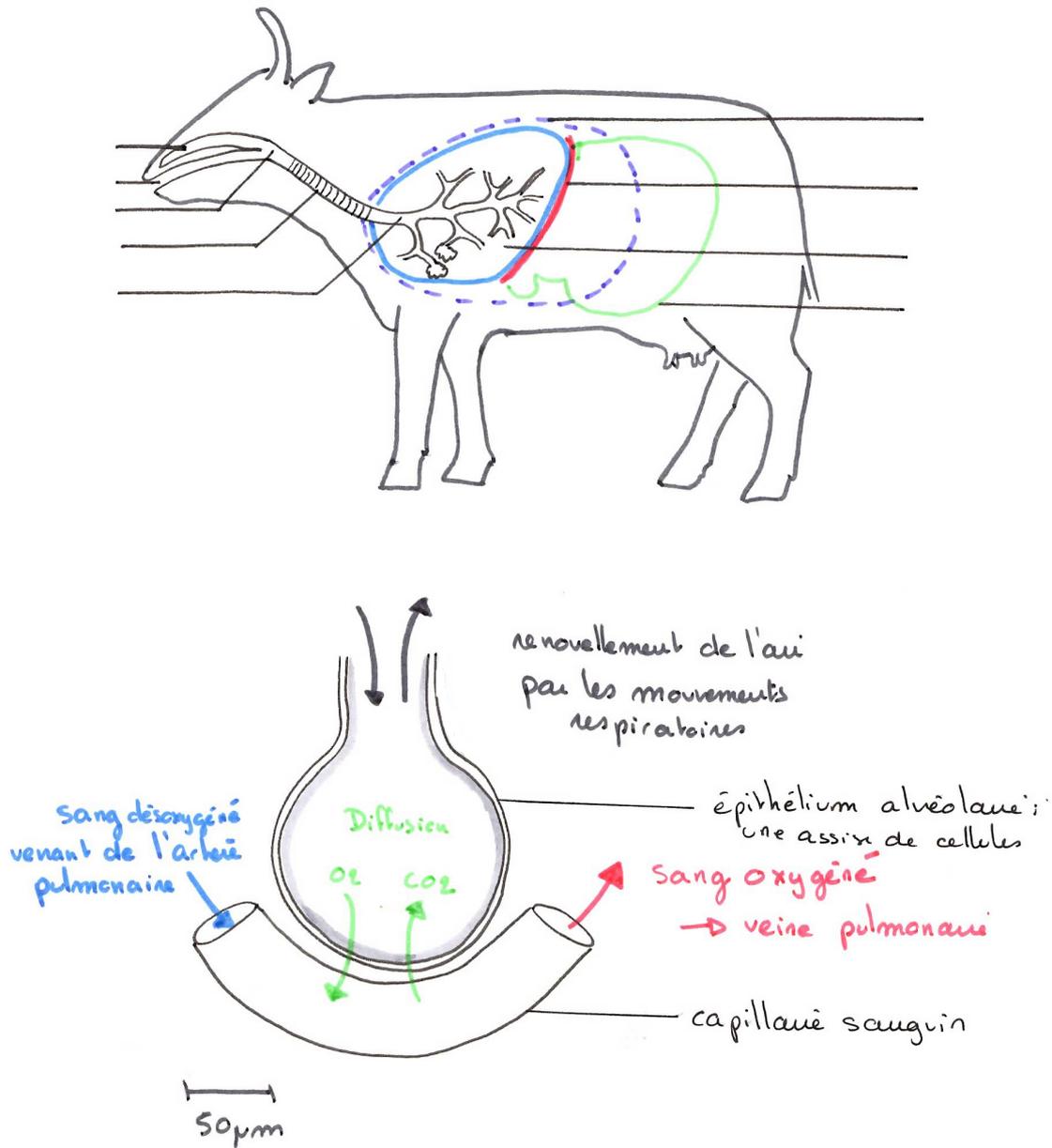


Figure 14 : voies respiratoires de la vache**Loi de diffusion de Fick**

$$F = k \cdot (S/e) \cdot | C_2 - C_1 |$$

F : flux du gaz en mol.s⁻¹

k : coefficient de diffusion de la membrane (en m².s⁻¹)

S : surface de la membrane au contact des solutions (en m²)

e : épaisseur de la membrane (en m)

P₂-P₁ ; différence de pression partielle entre les deux compartiments (en mol.m⁻³)

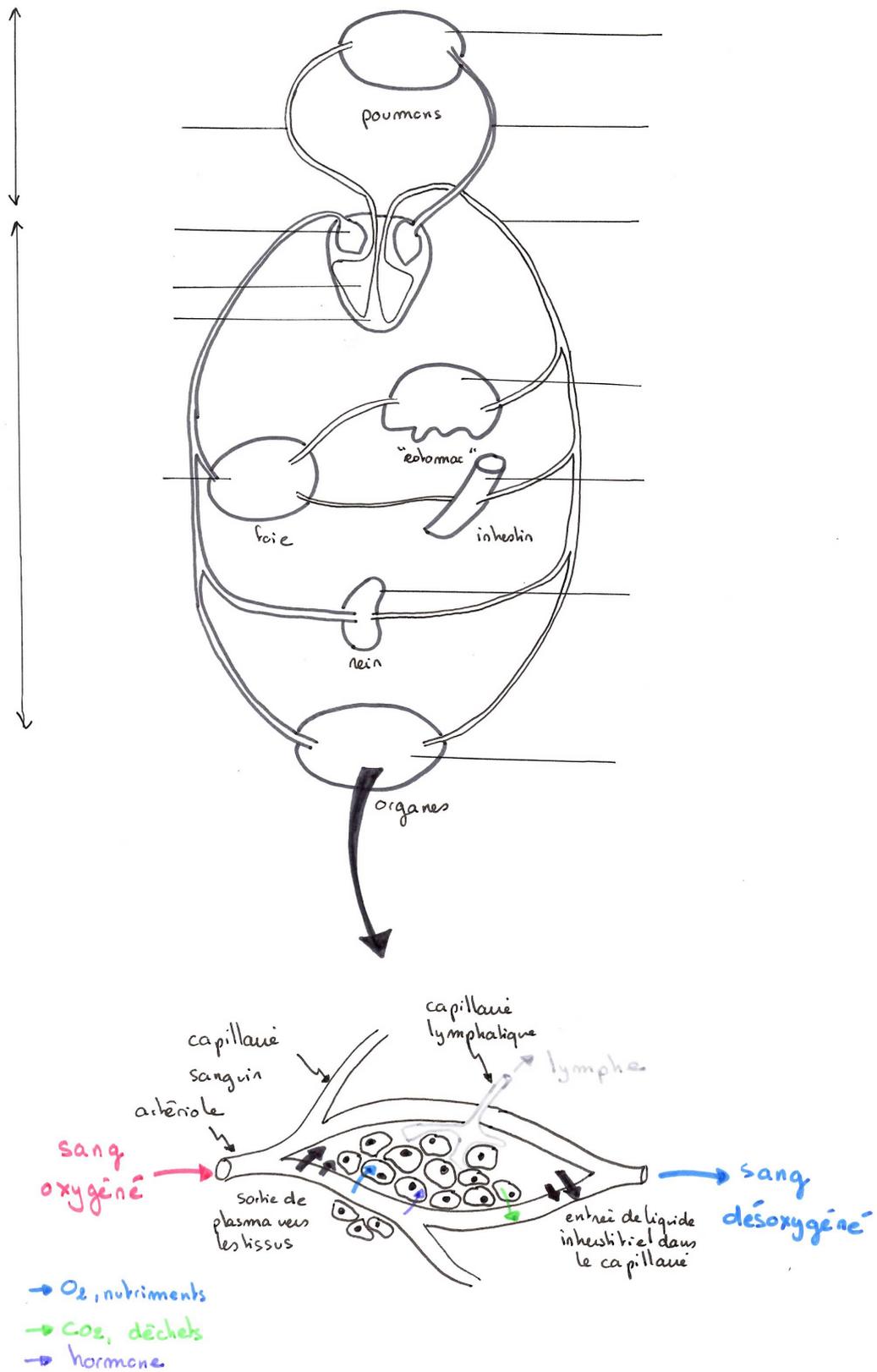


Figure 16 : appareil uro-génital de la vache(in Segarra *et al.*, Ellipse)

Les organes génitaux sont représentés en pointillés.

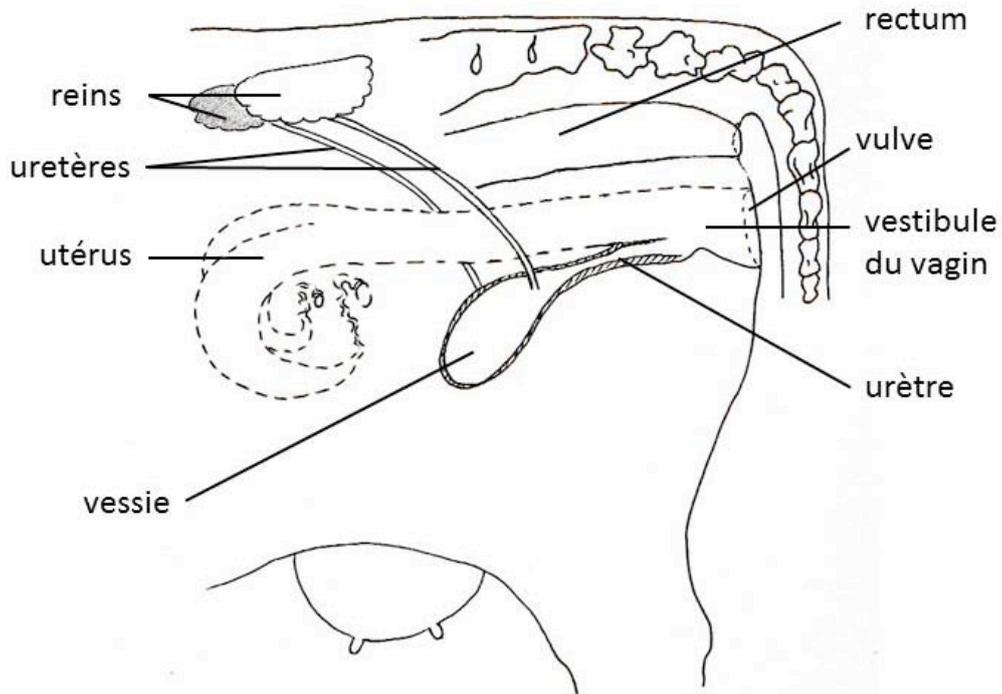
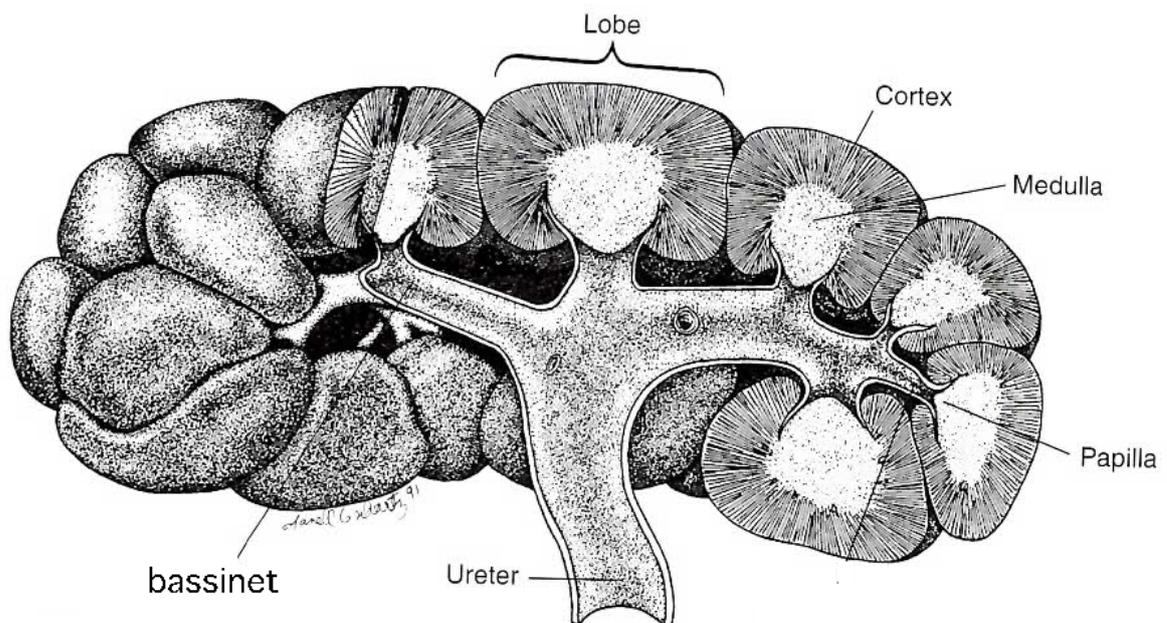
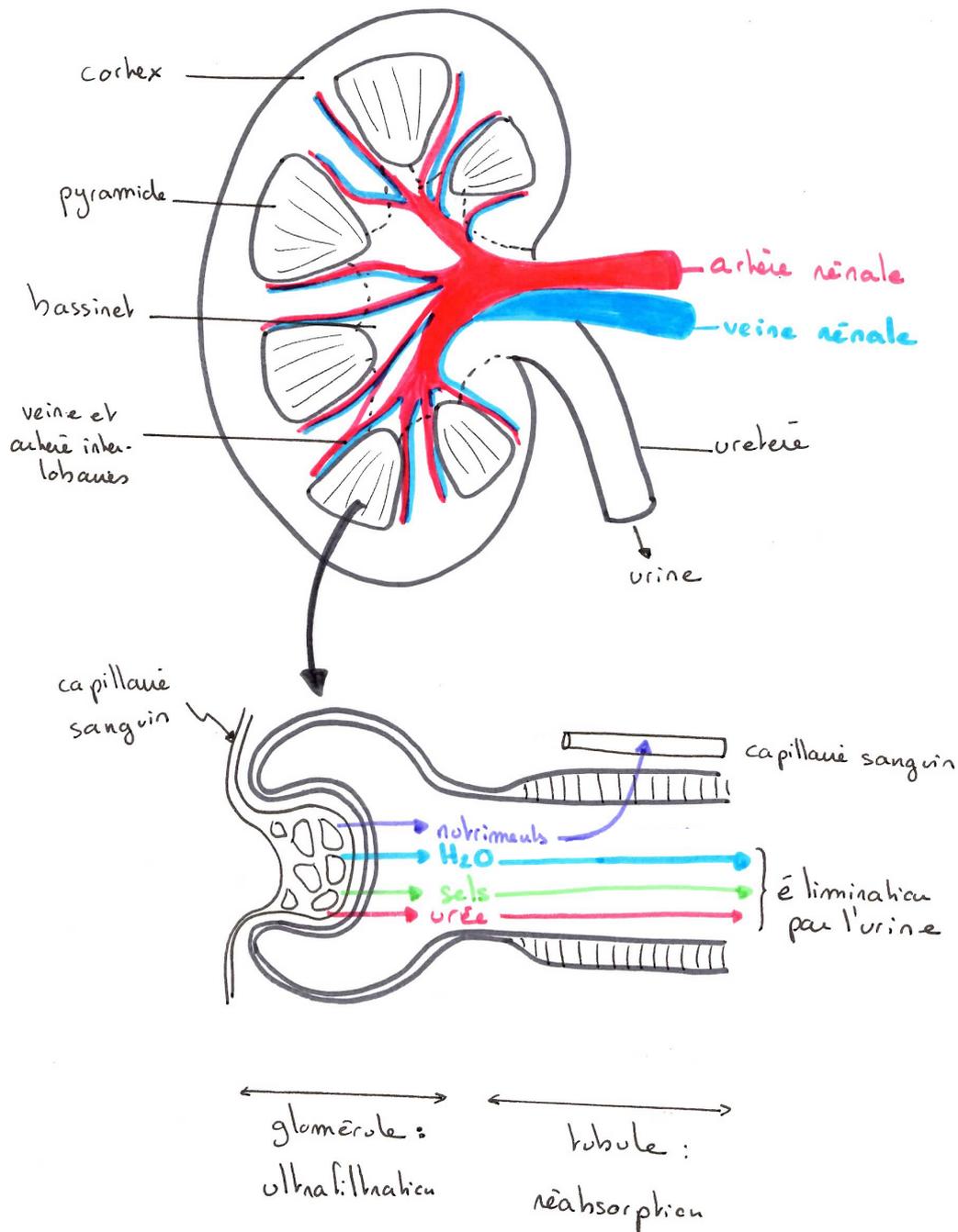
**Figure 17 : coupe longitudinale d'un rein de vache**(in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)

Figure 18 : composition en quelques éléments essentiels du plasma et de l'urine dans le rein
(in Segarra *et al.*, Ellipse)

| 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 |

Figure 19 : principe de fonctionnement du néphron



Le glomérule a un diamètre de 100µm

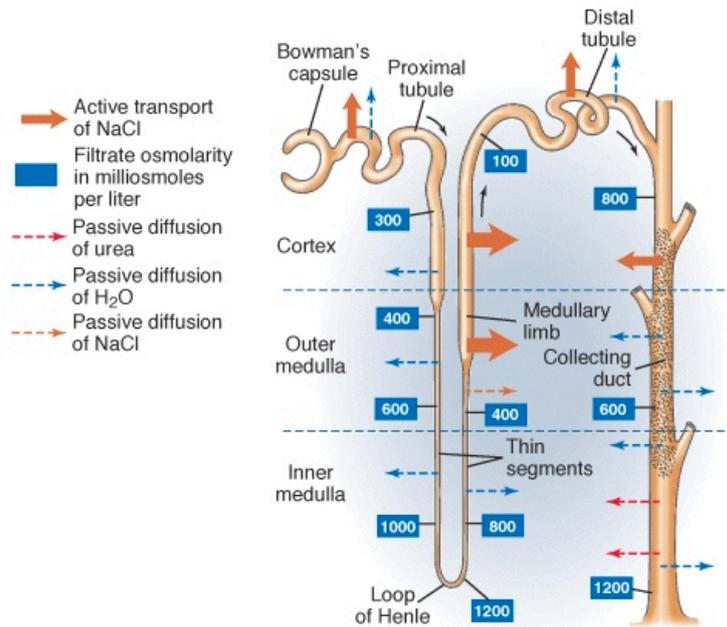
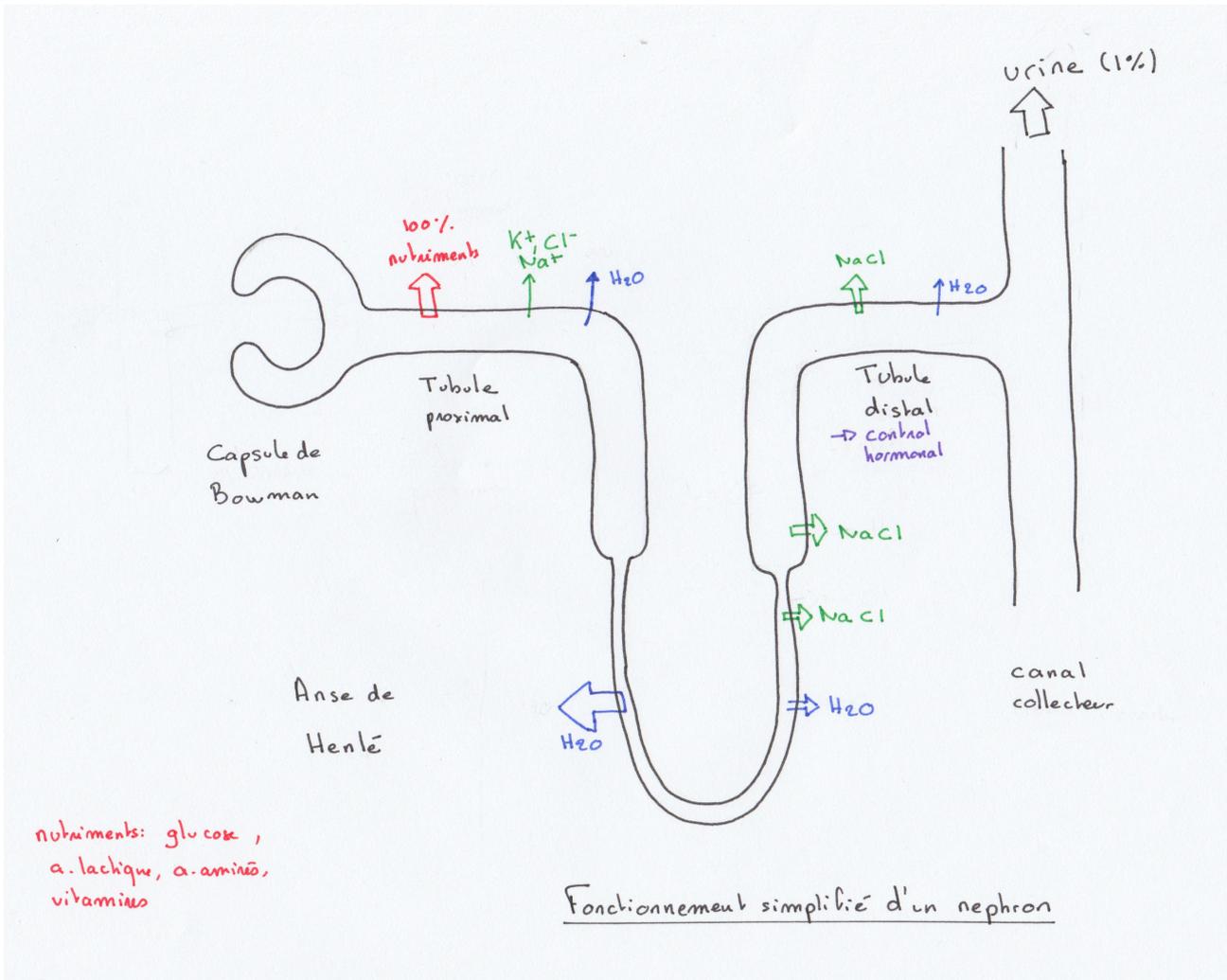


Figure 20 : schéma bilan : fonctions de nutrition

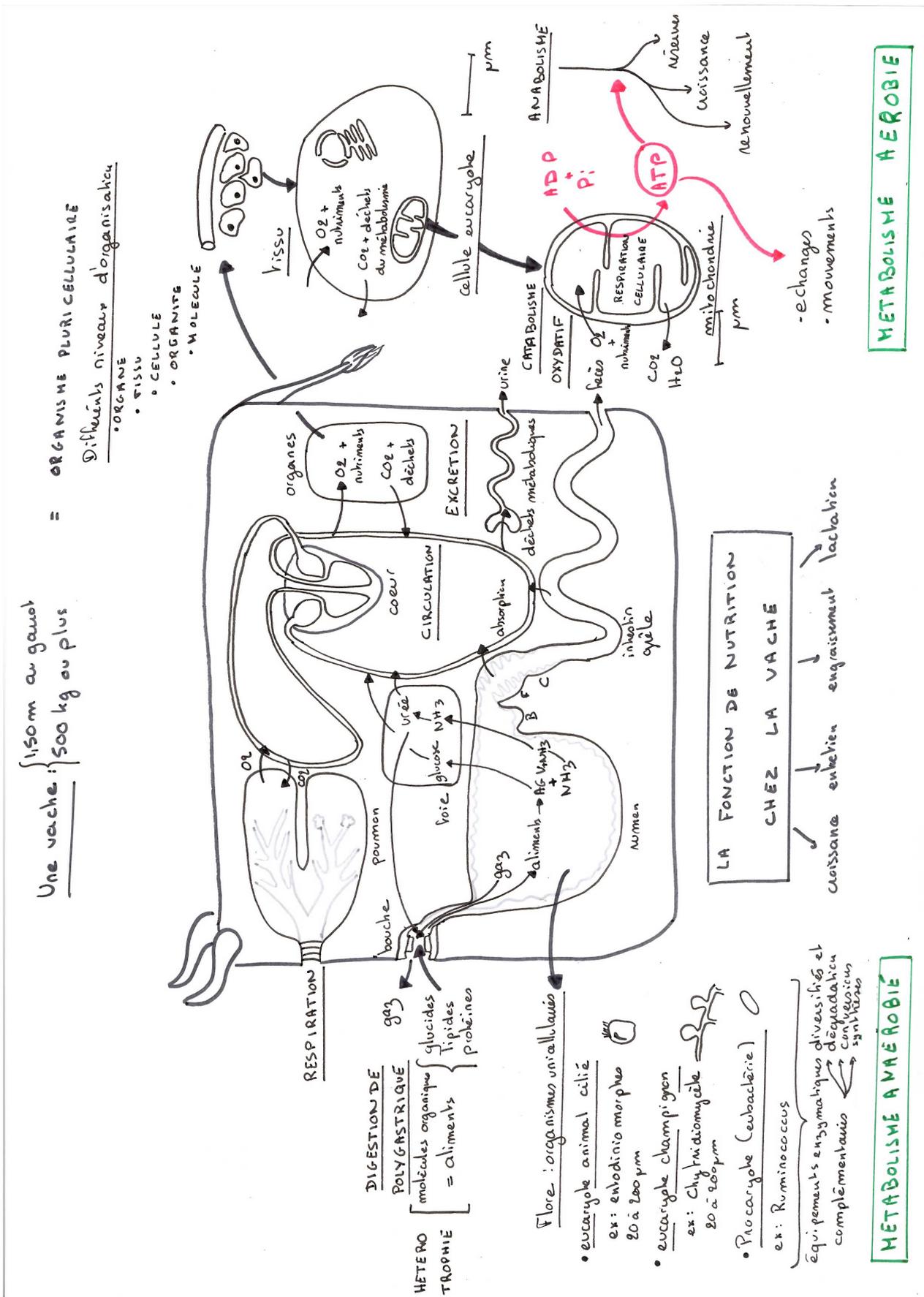
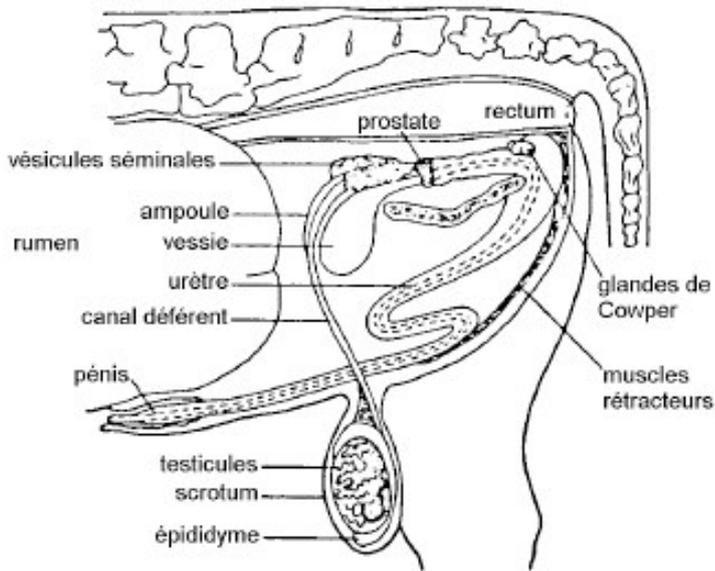


Figure 21 : appareil reproducteur du taureau

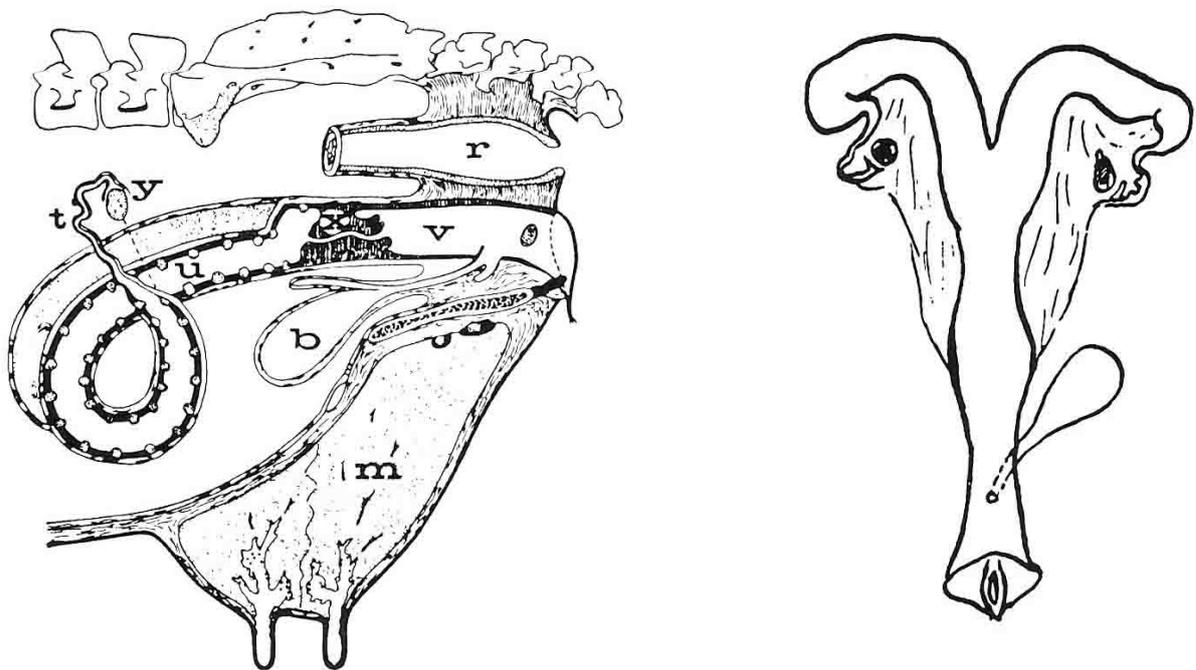
(<http://www.omafra.gov.on.ca>)



Spermatozoïdes de taureau
(la barre représente 20µm)

Figure 22 : appareil reproducteur de la vache

(in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)



Appareil génital

v : vagin
u : utérus
t : trompe
y : ovaire

m : glande mammaire
b : vessie
r : rectum

Figure 23 : cycle sexuel de la vache

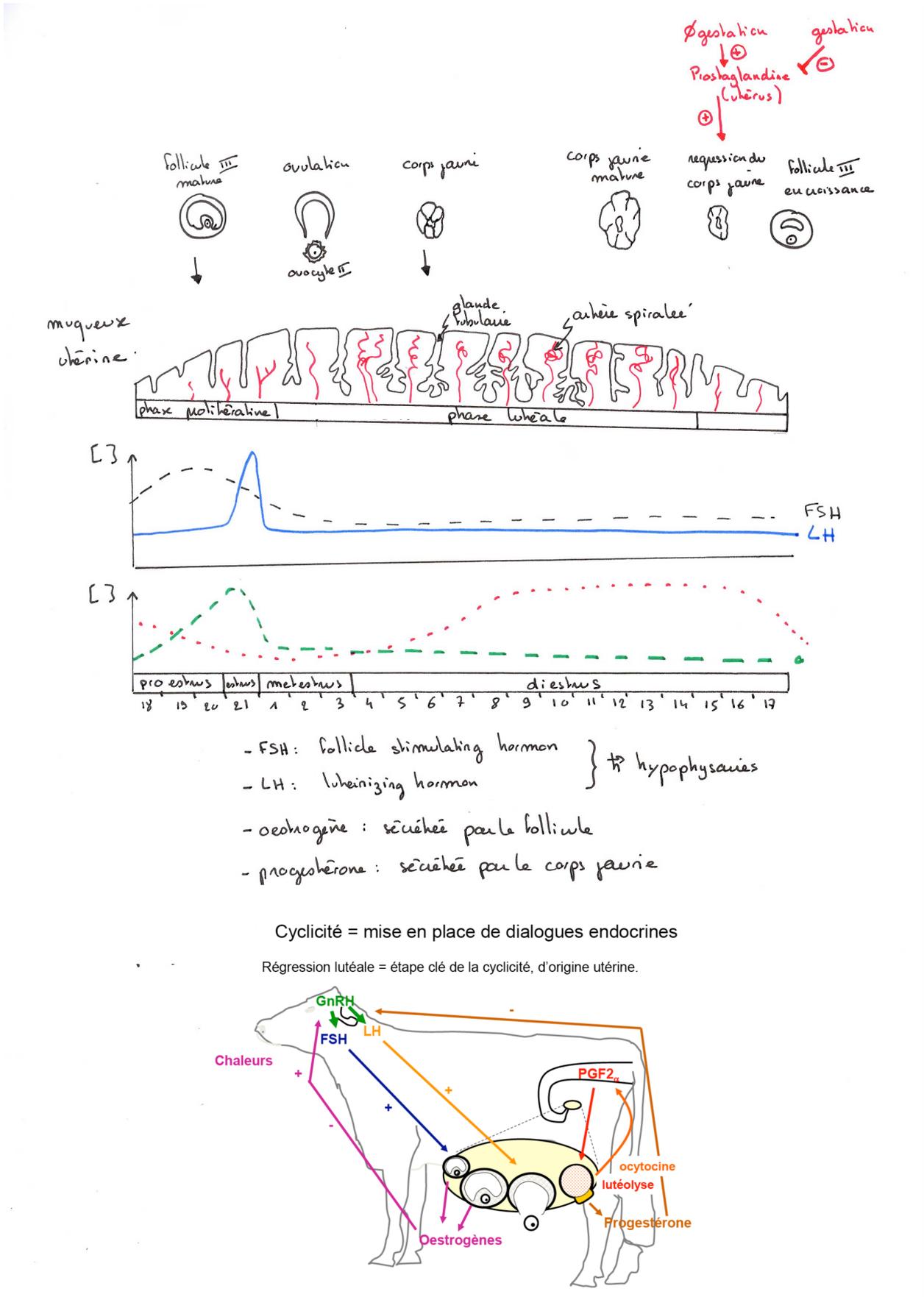
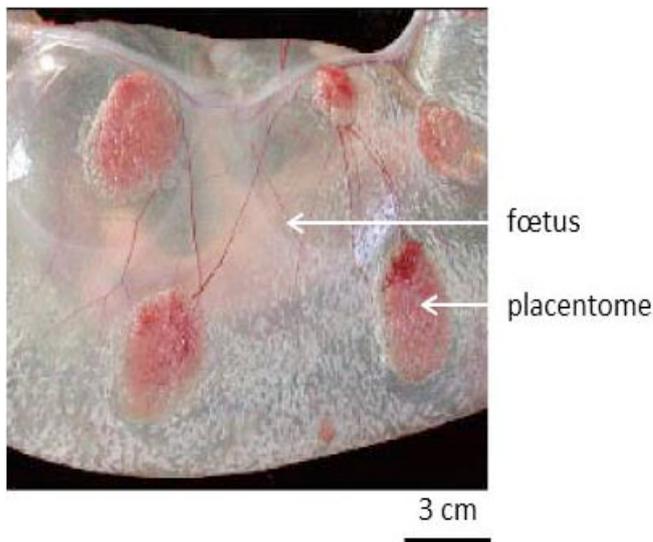
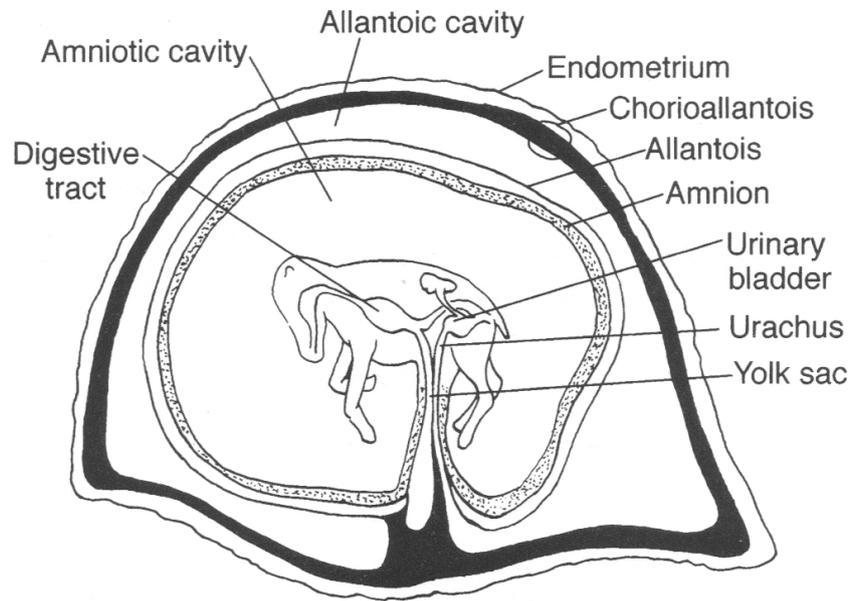
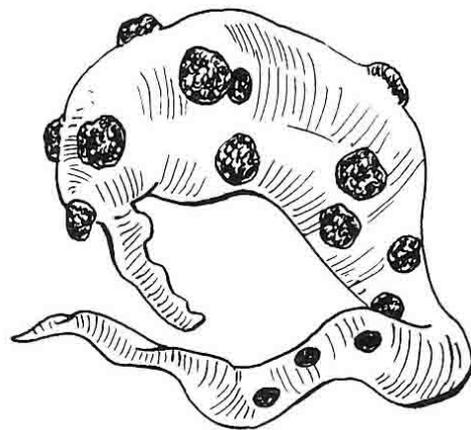


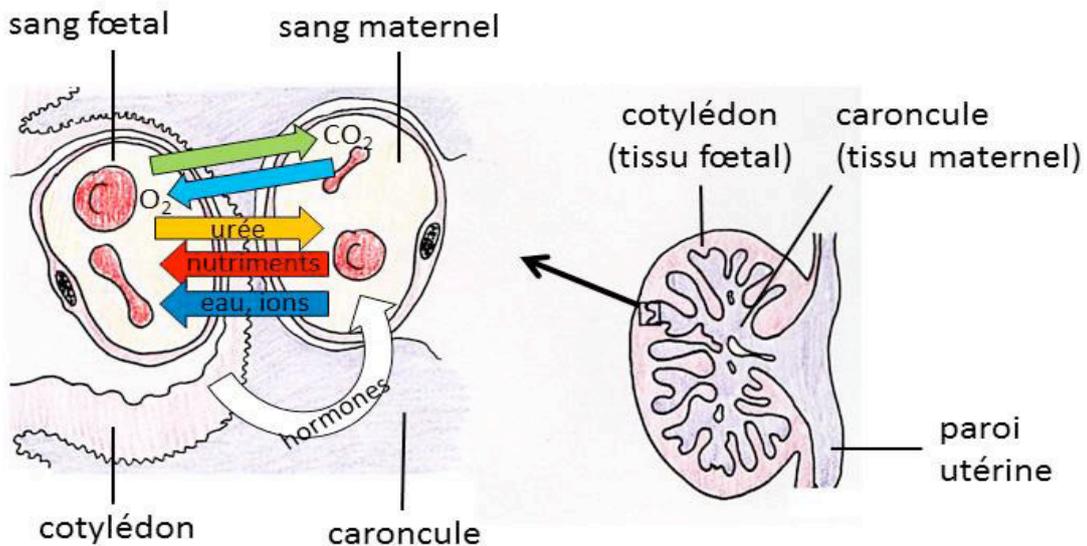
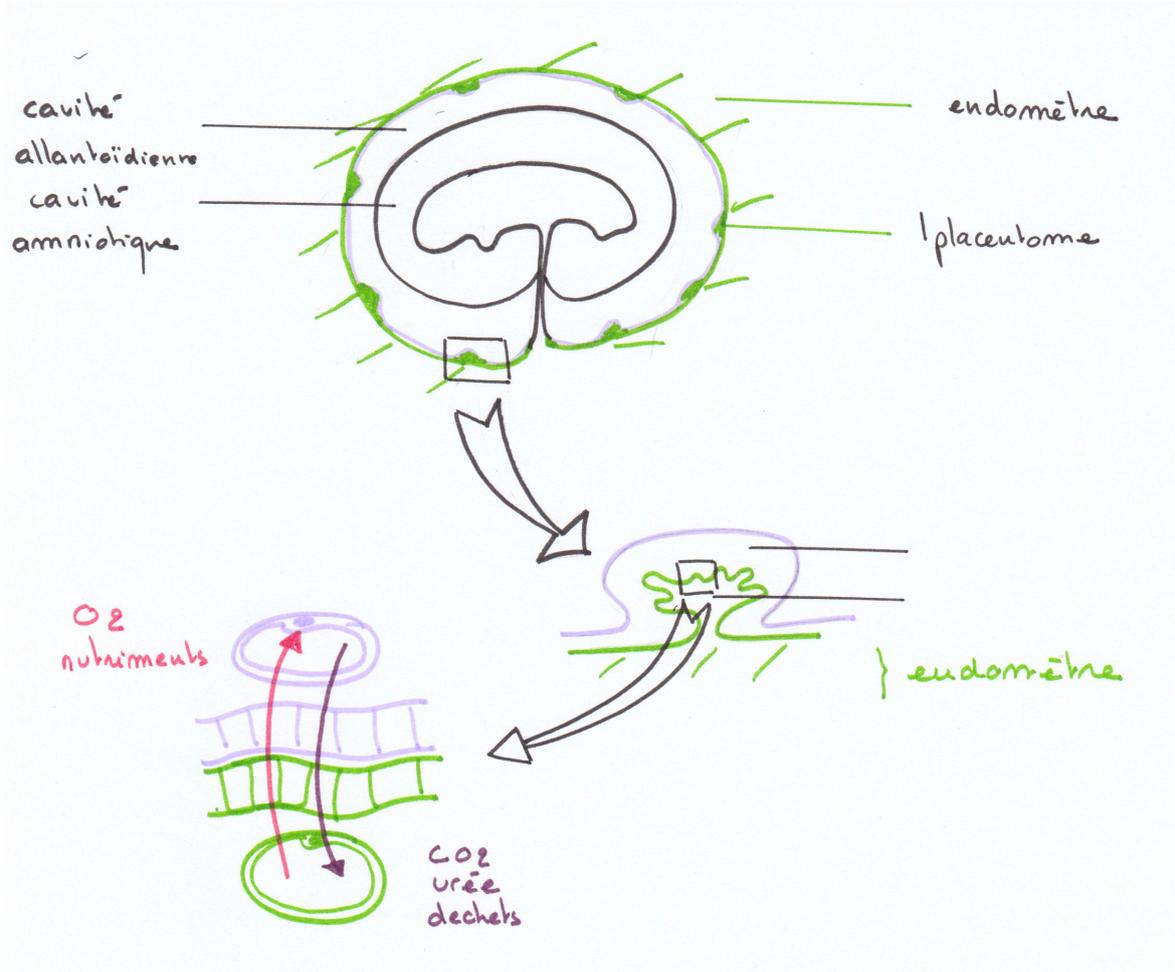
Figure 24 : placenta de la vache gravide
 (in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)
 (in Segarra *et al.*, Ellipse)



Placenta cotylédonnaire et fœtus de vache visible par transparence, au 65^e jour de gestation.

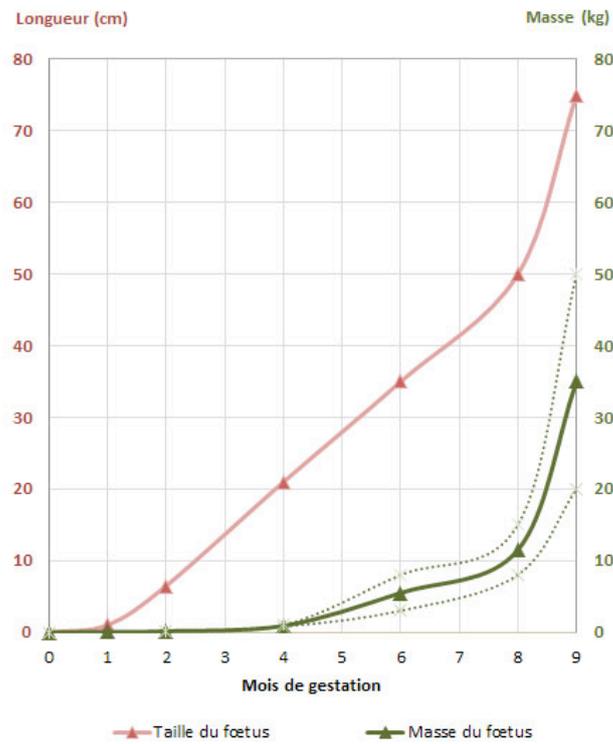


Placenta cotylédonnaire de vache (vu de l'extérieur de l'utérus!).



L'allantoïde est un dérivé de l'endoderme qui permet les échanges avec l'organisme maternel.
 La cavité amniotique, remplie de liquide, a un rôle de protection de l'embryon en formant autour de lui un coussin hydraulique qui le protège des chocs.
 Les cotylédons sont la partie d'origine embryonnaire des placentomes.

Figure 25 : évolution de la taille et de la masse du fœtus, ainsi que de la masse de l'utérus
(in Segarra *et al.*, Ellipse)



Quelques étapes du DE

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

Figure 26 : position du fœtus en fin de gestation
(in Segarra *et al.*, Ellipse)

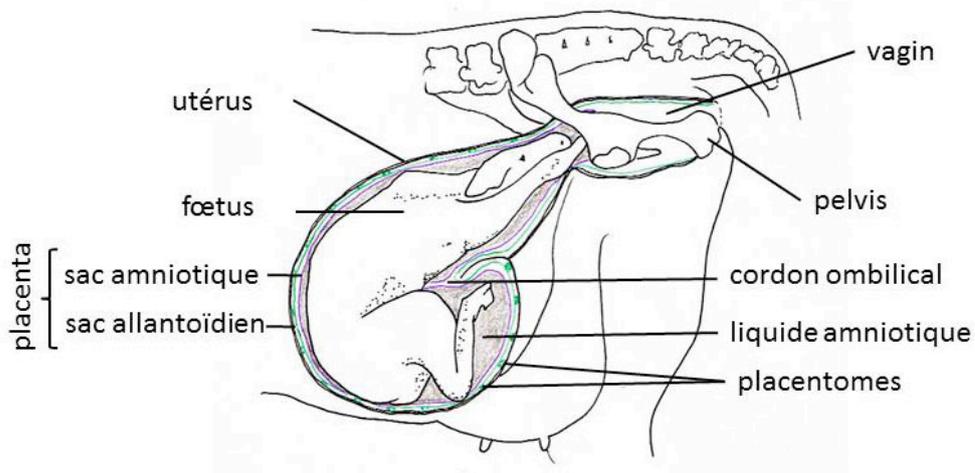
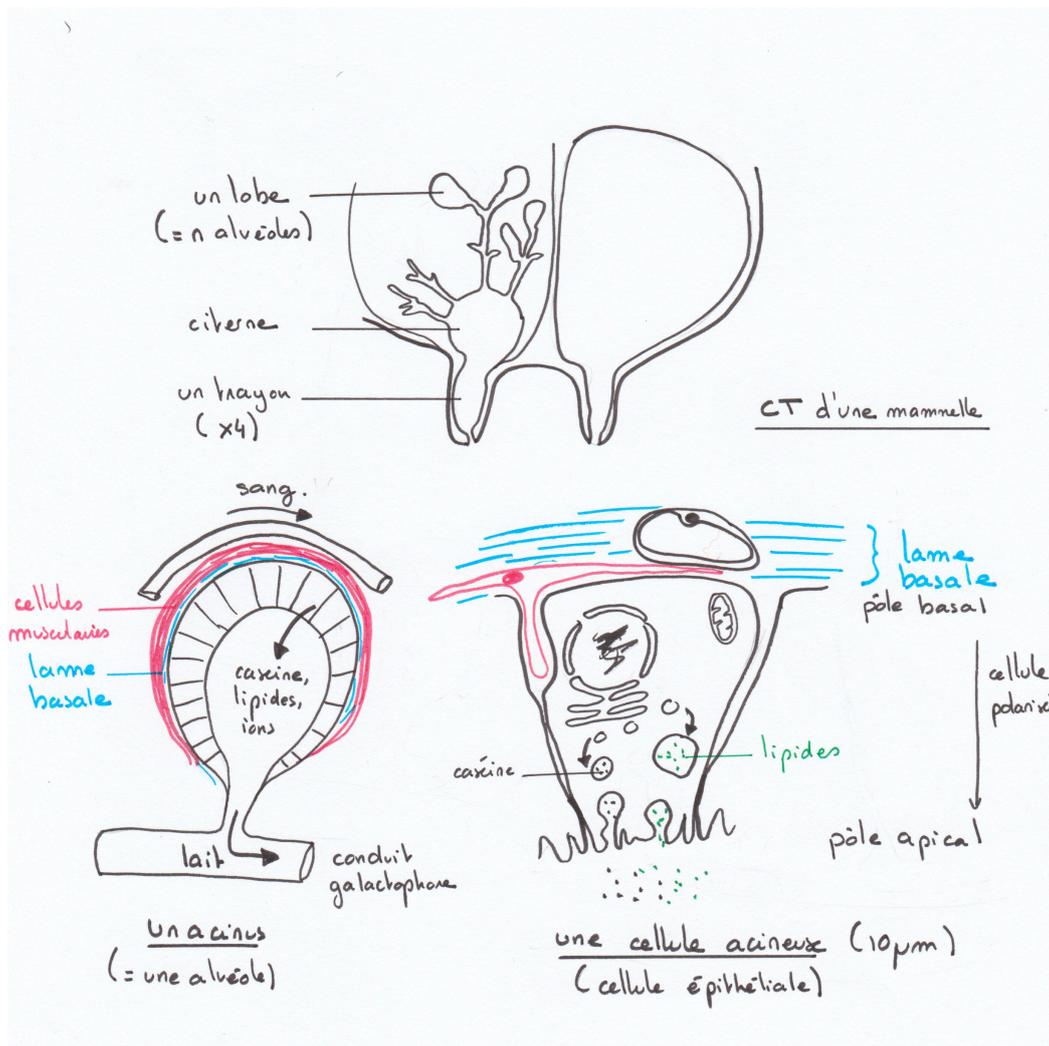
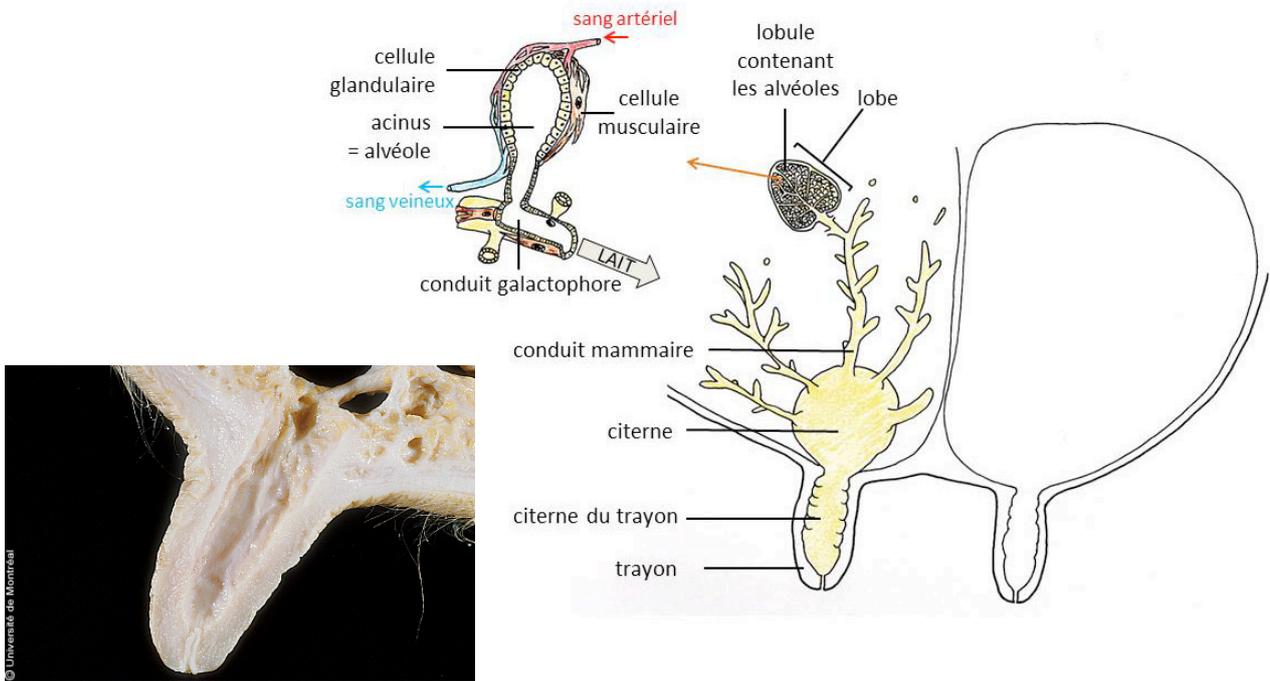
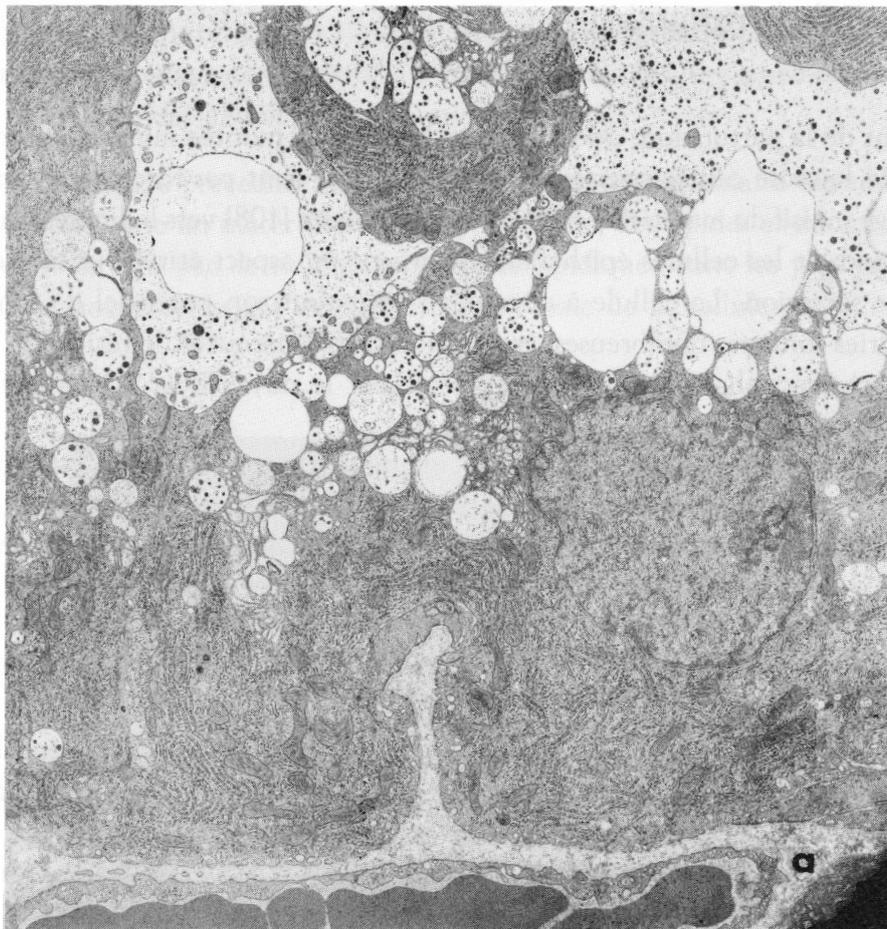
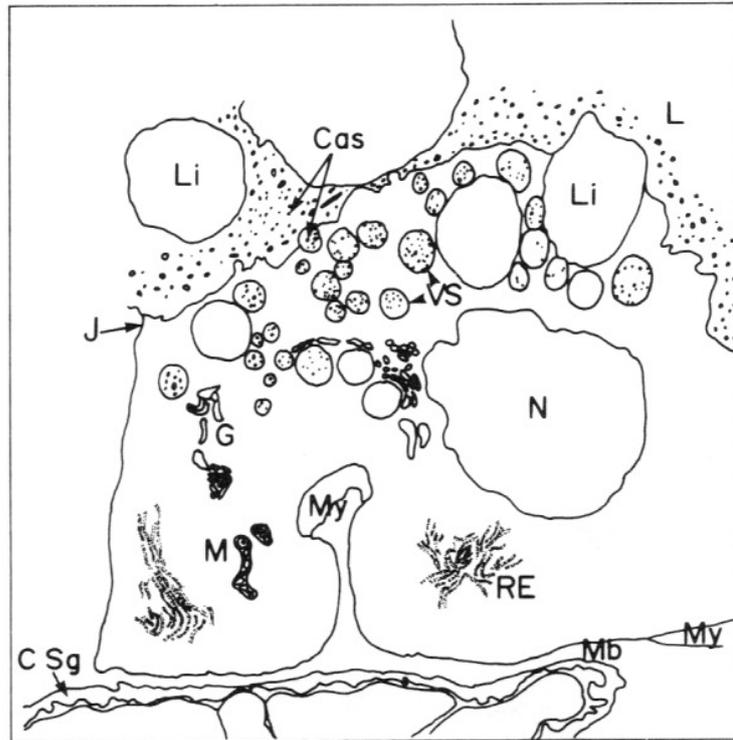


Figure 27 : organisation fonctionnelle de la glande mammaire
(in Segarra *et al.*, Ellipse)





Cellules épithéliales de glande mammaire de rat en lactation
(x7500), in Martinet et Houdebine, INRA 1993)



Représentation schématique de la même cellule. Cas : micelles de caséines ; CSg : capillaire sanguin ; G : appareil de Golgi ; J : jonction étanche ; L : lumière de l'acinus ; Li : globule lipidique ; M : mitochondrie ; Mb : membrane basale ; My : cellule myoépithéliale ; N : noyau ; VS : vésicule sécrétoire ; RE : réticulum endoplasmique. La cellule est très fortement polarisée, le réticulum rugueux a proliféré et occupe toute la partie basale de la cellule sous le noyau. L'appareil de Golgi s'est développé et la taille des vacuoles golgiennes s'est accrue, elles sont plus ou moins remplies de micelles de caséines. Les mitochondries sont abondantes, les gouttelettes lipidiques sont de taille variable. L'importance de cette machinerie ultrastructurale qui assure les synthèses des caséines, des lipides et du lactose est en relation directe avec les quantités de lait secrétées. La paroi cellulaire du côté acinus est très plissée et présente de nombreuses villosités. Lorsque la mamelle est en pleine lactation, comme celle-ci, les aspects microscopiques sont sensiblement les mêmes dans les différentes espèces de mammifères. Les études autoradiographiques montrent que le site primaire de synthèse des caséines est sur les ribosomes du réticulum rugueux, puis les acides aminés marqués passent dans les vacuoles de l'appareil de Golgi, les micelles terminées sont dans les vacuoles qui s'ouvrent sur la lumière de l'acinus. On peut voir que certaines vacuoles de l'ergastoplasme révèlent une membrane en collier granuleux qui serait la marque de la formation des premiers agrégats protéiques. Ils sont à l'origine des micelles de caséines trouvées à l'intérieur des vacuoles. La vitesse de formation du matériel protéique marqué est à peu près dix fois plus rapide que dans la thyroïde ou le pancréas.

Le calcium du lait se trouve associé aux micelles de caséines.

L'injection de palmitate ou d'oléate radioactif révèle que les premiers stades de la synthèse des lipides se situe dans la citerne du réticulum endoplasmique, puis les gouttelettes de lipides apparaissent bordées d'une ligne nette et unique, non membranaire. Ces gouttelettes, plus ou moins confluentes, migrent à travers le cytoplasme vers le pôle apical, elles sont excrétées dans la lumière de l'acinus, souvent enveloppées par du cytoplasme, et des fragments de l'appareil de Golgi.

On peut trouver dans le lait présent dans les acinus des fragments plus ou moins grands de cytoplasme, contenant même des mitochondries, du réticulum endoplasmique et de l'appareil de Golgi. On a démontré que ces fragments de cytoplasme présentent encore des capacités de synthèse (Christie et al. 1976) d'acides gras. On trouve également dans le lait des fragments de microvillosités de l'apex des cellules.

Figure 28 : composition du lait de vache et objectifs de qualité

| Composants | g/L |
|---|--------------|
| Eau | 905 |
| Matière grasse , dont : | 36-40 |
| Glycérides 98% | 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 |

Remarque : la quantité totale de protéines (TP) est un critère fondamental pour la fabrication de produits laitiers. Les laits à trop faible TP caillent mal.

| Critères | Objectifs |
|------------------------------------|---|
| Taux de MG (taux butyreux) | 38g/L |
| Taux de protéines (TP) | >32g/L |
| Germes totaux | 50 000 à 100 000 germes /mL |
| Cellules | <200 000 à 300 000/mL |
| Germes pathogènes | Absence totale pour Listéria et Salmonelles. Les staphylocoques peuvent être tolérés s'ils ne dépassent pas un certain seuil. |

Figure 29 : la lactation est sous contrôle neuro-hormonal

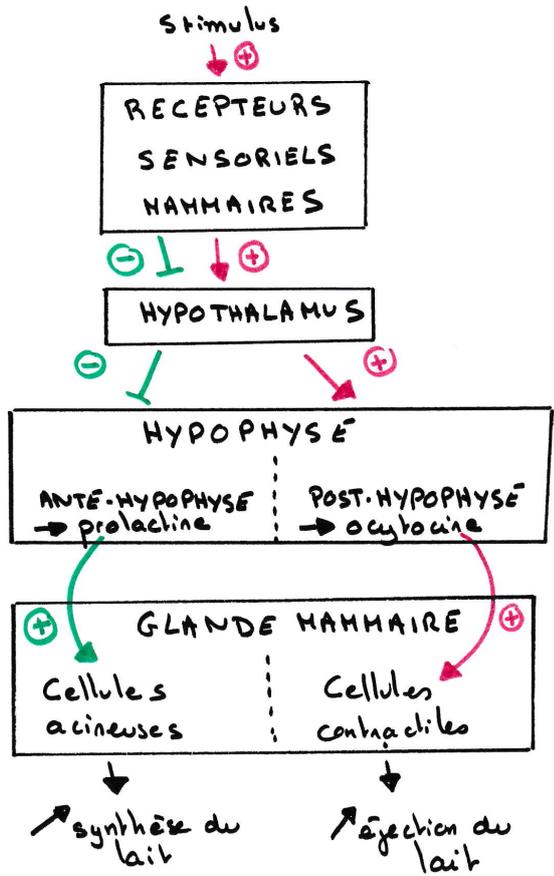


Figure 30 : rythme annuel de vêlage et de lactation d'une vache laitière

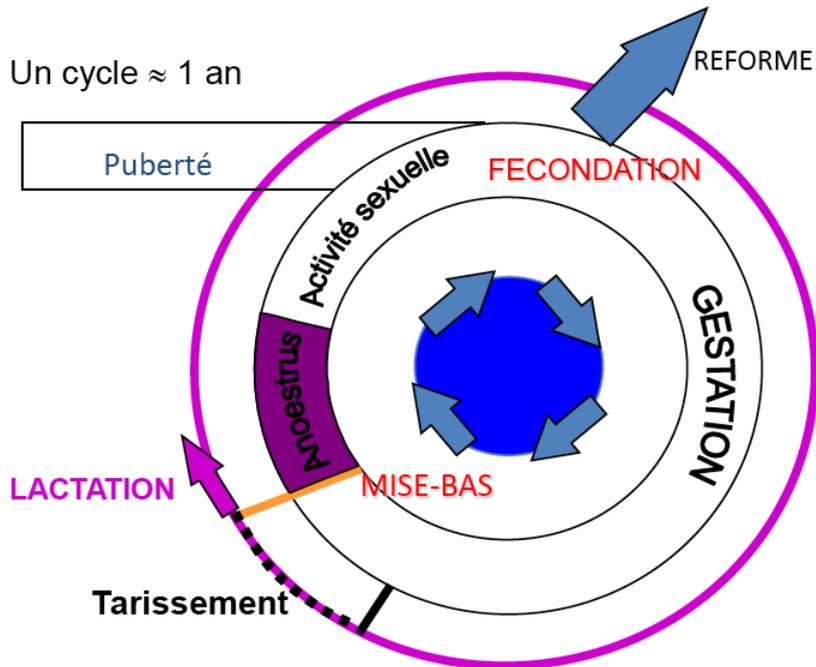
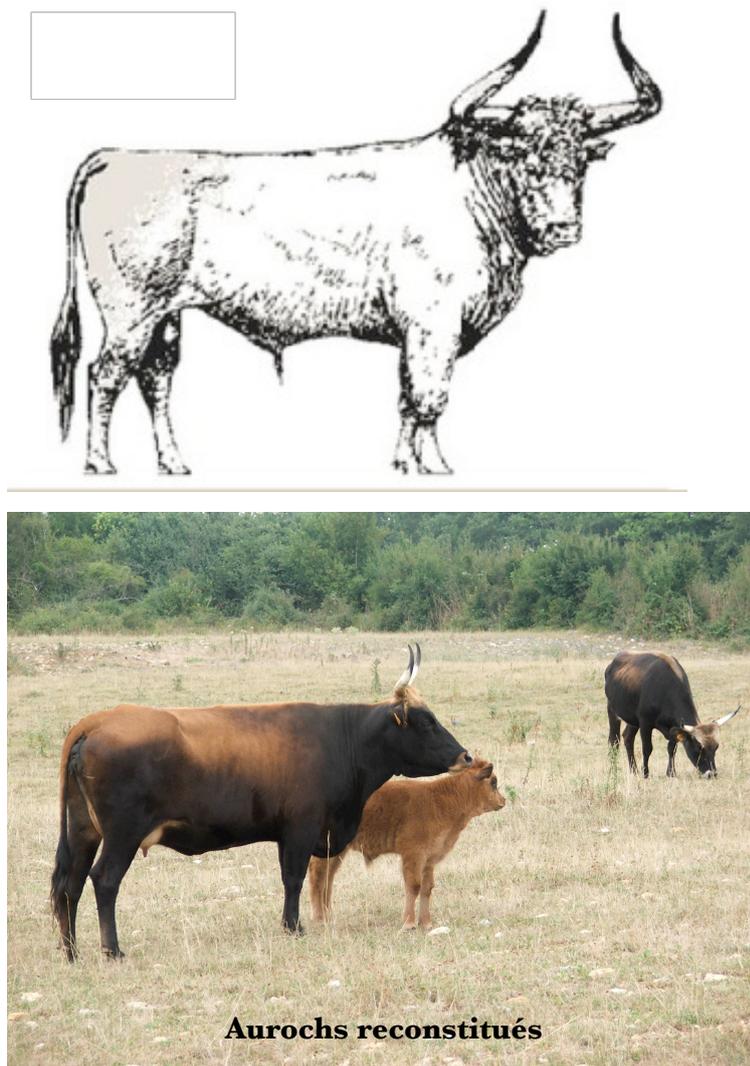


Figure 31 : l'auroch, *Bos primigenius* (1,55m de hauteur au garot)

Dans les années 1920, les frères Lutz et Heinz Heck ont entrepris de « reconstituer » l'aurochs. L'expérience a été menée dans les parcs zoologiques de Berlin et Munich. Ils ont ainsi réalisé des croisements entre des races bovines présentant des caractères phénotypiques primitifs (forme des cornes, couleur de la robe). En moins d'une quinzaine d'année, ils ont obtenu des individus, désignés sous le nom d'aurochs dits reconstitués (Heck cattle en anglais), présentant des ressemblances avec l'auroch sauvage.

Néanmoins, les individus sont plus petits, avec des jambes plus courtes par rapport au corps, des cornes parfois plus courtes, et ils présentent une plus grande variabilité que les individus de l'espèce primitive. Ces ressemblances phénotypiques ne garantissent bien sûr pas une similarité génotypique avec l'auroch sauvage.

Ce nouvel aurochs a été inscrit au catalogue des races bovines françaises en 1997 sous le nom officiel d'aurochs-reconstitué (code race n°30). La race introduite en France en 1979, y compte quelques centaines d'individus, mais est en plein essor avec un ou deux nouveaux élevages par an. Très rustique, apte à vivre toute l'année dehors par tous les climats, elle permet de valoriser des milieux difficiles dans le cadre d'une agriculture respectueuse de l'environnement.

Figure 32 : évolution des races bovines en France

Jusqu'au XVIII^e siècle, les bovins sont principalement élevés comme auxiliaires de l'agriculture, pour leur fumier et comme bêtes de trait. La production de viande résulte des animaux réformés, et la production de lait n'est développée qu'aux alentours des grandes villes. La diversité des régions françaises, et le peu d'échanges entre elles, entraînent la constitution de populations locales adaptées aux conditions écologiques. L'orientation de chaque race est alors déterminée par les spécificités agricoles locales.

Dès la fin du XVIII^e siècle, des bœufs blancs réputés pour la production de viande sont élevés en Saône-et-Loire, ils seront à l'origine de la race Charolaise, tandis que des races laitières permettent la production de beurre en Normandie ou de fromage en Franche-Comté et préfigurent respectivement les races Normande et Montbéliarde.

A partir de la moitié du XIX^e siècle, une sélection plus raisonnée, s'appuyant sur l'identification des reproducteurs et la tenue de livres généalogiques des races, ainsi que l'apparition de concours agricoles permet de définir le standard de différentes races qui sont alors réparties en trois groupes : « laitières », « viande et travail » et « triple aptitude ». Ces groupes ont été redéfinis suite à la disparition de la traction animale, on distingue aujourd'hui les races laitières spécialisées, les mixtes (viande et lait), les races à viandes et les rustiques, destinées à un élevage extensif. Les races à viande et les rustiques sont dites races allaitantes car la mère allaite son petit, alors qu'elle en est séparée dans les jours qui suivent la naissance pour les races laitières.

Après la seconde guerre mondiale, des techniques modernes de reproduction et d'amélioration génétique sont mises en œuvre, la spécialisation des races s'accroît, et leur diversité diminue.

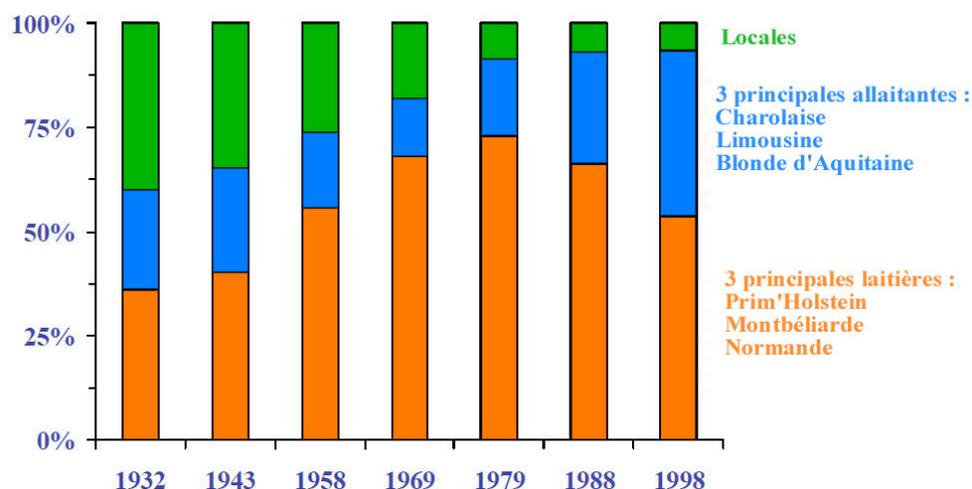


Figure 33 : trois exemples de caractères sélectionnés

Exemple 1 : la sélection du caractère « sans corne »

Aujourd'hui les bovins ne sont plus utilisés comme animaux de trait. Les cornes, dont on se servait pour lier les animaux au joug, n'ont plus d'utilité pour l'homme. De plus, elles peuvent occasionner des blessures entre animaux au sein du troupeau, ou de l'éleveur. On pratique donc l'écornage qui est l'ablation des cornes réalisée chez le veau. Une alternative est l'utilisation de reproducteurs porteurs de l'allèle dominant « sans cornes », originaire de races bovines anglo-saxonnes. La pratique, généralisée aux Etats-Unis, est encore peu répandue en France. Un programme d'introduction de l'allèle « sans cornes » existe pour la race Charolaise depuis 1994, et l'allèle commence aussi à être diffusé dans les races Limousine et Salers.

Exemple 2 : sélection du caractère « culard » chez certaines races à viande

Les races bovines « à viande », type blonde d'Aquitaine, Limousine ou Charolaise, sont spécialisées dans la production de viande. Elles sont caractérisées par des animaux de grande taille et de forte masse, ayant une masse musculaire importante. Ainsi une vache charolaise pèse 700 à 1000 kg, un taureau charolais, de 1 à 1,7 tonne.

Chez ces races à viande, le caractère culard désigne des bovins présentant une hypertrophie musculaire de l'arrière-train. Cette hypertrophie est d'origine génétique (gène mh) et résulte essentiellement d'une multiplication du nombre de fibres musculaires conduisant à une nette amélioration des aptitudes bouchères (meilleure croissance musculaire, faible précocité des dépôts adipeux, qualités de carcasse ou de viande beaucoup plus favorables). Néanmoins, ce caractère est aussi associé à une réduction notable des performances de reproduction et des qualités maternelles, ce qui rend difficile l'élevage de troupeaux de bovins culards. La motricité des individus peut aussi être affectée, la masse des individus devenant trop importante pour leur squelette.

Depuis la fin des années 60, le programme INRA95 sélectionne des taureaux culards, issus du croisement de plusieurs races à viande. Ces taureaux sont spécialement destinés à l'insémination artificielle pour la production de veaux hétérozygotes, porteurs d'un seul allèle mh, qui ont une meilleure croissance musculaire que des veaux non porteurs de cet allèle. Depuis les années 90, près de 70 000 vaches sont inséminées annuellement par des taureaux INRA95. Parmi les races présentant ce gène fortement sélectionné, la Blanc Bleu Belge est un exemple majeur : 50% des animaux naissent par césarienne en raison de cette hypertrophie. Cette race est interdite dans les pays scandinaves par la protection des animaux d'élevage.



Exemple 3 : l'amélioration de la production laitière (race Prim'Holstein)

La vache Pie noir (le terme pie qualifie une robe présentant ce que l'on appelle des panachures, c'est-à-dire des plages blanches) est une race mixte originaire du nord-ouest de l'Europe, en particulier en Frise (Pays-Bas), Jutland (Danemark) et Holstein (Allemagne). Dès le XV^e siècle le bétail de ces régions était connu pour sa production laitière. La Pie noir est caractérisée par une grande taille, un squelette plutôt fin, des cornes courtes et une robe pie, une très bonne aptitude laitière et une bonne aptitude à l'engraissement.

Au XVIII^e siècle, les colons hollandais importent la Pie noir sur le continent américain. A partir de la fin du XIX^e siècle, et surtout après la 2nde guerre mondiale, une sélection des qualités laitières est réalisée par les éleveurs américains, pratiquement sans apport de nouveaux individus, donnant naissance à la race laitière Holstein sélectionnée sur les critères de forte production laitière et de qualités de mamelle.

En Europe, la sélection de la race Pie noir, rebaptisée Française Frisonne Pie noir (FFPN) en 1952, réalisée à la même époque, portait sur d'autres critères tels que l'amélioration de la teneur du lait en matière grasse (taux butyreux) et la morphologie.

En 1973, les producteurs français ont pris conscience que les vaches FFPN produisaient une quantité de lait beaucoup plus faible que les vaches Holstein d'Amérique du Nord. A partir de 1975, un programme d'insémination des meilleures vaches laitières FFPN par du sperme de taureau Holstein a été entrepris pour améliorer la production laitière. Ce programme d'amélioration a abouti à la création de la race prim'Holstein en 1990.

En 2010, plus de 60% du cheptel laitier français était constitué de vaches Prim'Holstein.

| | | race | Production de lait (en kg/an) | Taux butyreux (en ‰) |
|--|------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Avant le programme de sélection | 1973 | Française Frisonne Pie noir | 4000 | 37 |
| | | Holstein Amérique du Nord | 6476 | 35,3 |
| Depuis le début du programme de sélection | 1980 | Française Frisonne Pie noir | 4866 | 38,9 |
| | 1986 | Française Frisonne Pie noir | 6637 | 39,1 |
| | 2007 | Prim'Holstein | 8823 | 39,5 |
| | 2012 | Prim'Holstein | 9411 | 39,7 |

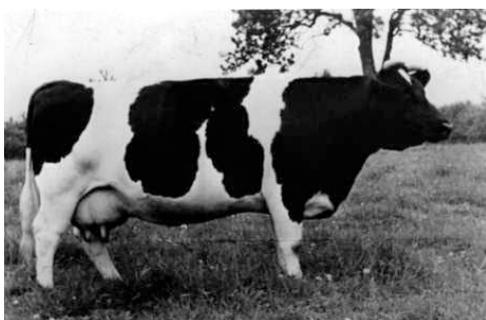
Evolution de la production laitière et du taux de matières grasses du lait depuis le début du programme de sélection

Alors qu'une vache produisait au début du XX^e siècle juste assez de lait pour nourrir un veau, soit un maximum de 2 à 10 L/jour, les vaches Prim'Holstein produisent aujourd'hui de façon courante 30 à 40 L/jour.

Néanmoins, l'utilisation massive d'un faible nombre de taureaux reproducteurs au cours de la sélection a fortement augmenté la consanguinité dans la race. Ainsi, en 2001, environ 107.000 inséminations ont été réalisées avec le sperme du taureau vedette Jocko Besn. 13,5 % des inséminations étaient réalisées avec le sperme de seulement 5 taureaux.

La consanguinité a augmenté la fréquence des tares héréditaires. Ainsi la maladie génétique la plus répandue dans la race Holstein est un défaut d'adhérence des leucocytes, lié à la mutation d'une intégrine de la surface des leucocytes. Les individus porteurs de l'allèle muté BLAD (Bovine Leucocyte Adhesion Deficiency) descendent tous du taureau Osborndale Ivanhoé, né en 1952.

La sélection génomique pratiquée depuis 2001 permet d'identifier les porteurs de tare, et de diversifier les taureaux reproducteurs. Ainsi en 2011, le sperme du taureau vedette Stol Joc, fils de Jocko Besn, n'a été utilisé que pour environ 38.000 inséminations, et les 5 taureaux les plus utilisés n'ont assuré que 7,8 % des inséminations.



Vache Frisonne, années 1950



Vache Prim'Holstein, 2013

Figure 33B : évolution de la production laitière en France entre les années 1980 et 2000

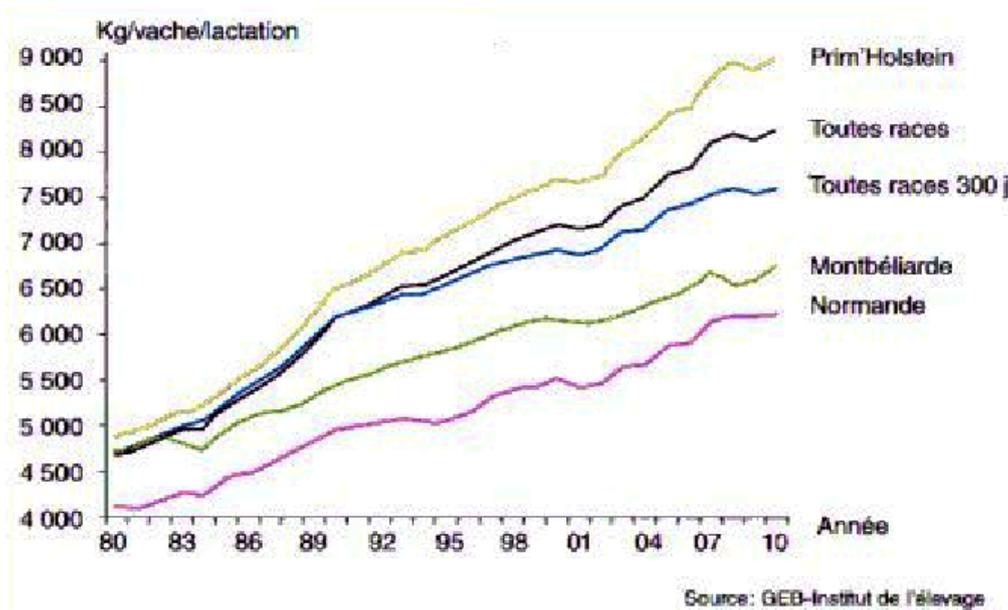
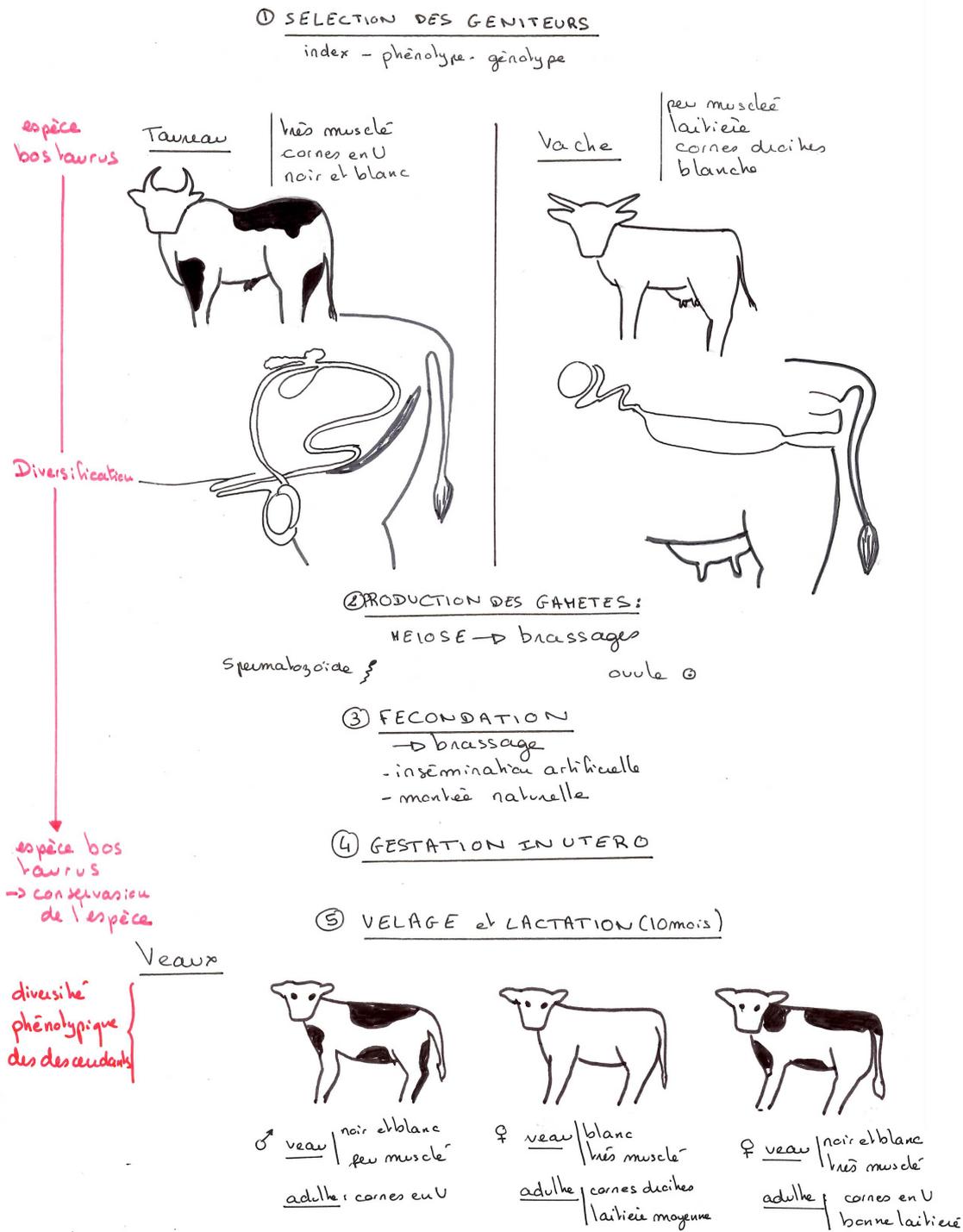


Figure 33C : effets de l'augmentation de la productivité sur l'organisme

| | Holstein extensif | Holstein intensif | Holstein très intensif |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| Coût total / 100kg lait | 0,91 | 1,07 | 1,14 |
| Coûts par maladie | | | |
| - problème de mamelle | 20,3 | 28,3 | 30 |
| - problèmes digestifs | 9 | 14,7 | 17 |
| - problèmes de reproduction | 3,9 | 5,1 | 6,6 |
| - problèmes liés au vêlage | 2,6 | 4 | 5,9 |
| - problèmes de locomotion | 2,3 | 2,1 | 2,4 |
| Production laitière (kg/vache/an) | 6843 | 8072 | 8684 |

Figure 34 : schéma bilan : fonction de reproduction



Bilan : cycle de vie
chez la vache

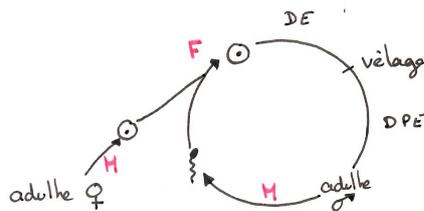


Figure 35 : brèves histoires d'un berger suisse

Jusqu'à mes vingt ans, je ne connaissais les vaches que de loin dans les pâtures ; tout juste si je savais que le lait de mon petit-déjeuner provenait d'elles. En tant que blanc-bec, je pris alors la décision de m'occuper d'un alpage de 80 vaches dans les Grisons. Trois semaines plus tard, j'avais déjà subi les premiers contacts douloureux avec les cornes : une côte enfoncée et quatre semaines d'un travail rendu extrêmement pénible par la souffrance. Mais selon le médecin, je devais continuer de travailler jusqu'à la limite de la douleur.

La même chose se répéta dans les deux années suivantes : une fois une côte fêlée et, une autre fois, une côte cassée tout à fait. Des coups de cornes m'atteignaient également au visage, au moment de lier la bête à l'étable. Il en résultait toujours de petites blessures, saignements de la bouche ou du nez; par chance, je n'ai rien eu aux yeux. Je n'étais précisément pas originaire du milieu agricole, et les vaches et leurs cornes m'étaient étrangères.

Dans les années qui ont suivi, j'appris à fréquenter les vaches. Pendant des heures, je me mis à observer attentivement les bêtes en pâture, ou à l'étable, et je me familiarisais avec leurs habitudes et les relations qu'elles entretenaient entre elles. J'appris que les vaches étaient des individus, mais qu'elles suivent aussi un instinct grégaire, qu'elles peuvent être « matoises », mais avoir l'air « stupide ». Les caractères les plus divers venaient à ma rencontre et je trouvai finalement un accès à la nature de la vache.

Dans les plus grands alpages, il est courant pour nous, les bergers, d'être toute la journée en route avec les bêtes, pour le mener aux lieux de pâture précis, pour les tenir éloignée des pentes raides, non protégées par une clôture ou bien pour les ramener à l'étable au moment de la traite. Nous sommes jour et nuit avec les bêtes, qu'il y ait la canicule, du vent, de la tempête, de la pluie de l'orage ou de la neige. Nous devons sans cesse juger correctement le comportement du troupeau et quelques-unes de ses individualités, pour pouvoir les guider dans les montagnes. Il n'est pas rare que de mauvaises décisions mènent tout droit à la chute, suivie de graves blessures ou même de la mort de quelques animaux. J'ai donc appris à vivre avec les vaches, j'ai appris à les aborder et j'ai même appris à « danser » avec elles. Depuis ce temps, il ne s'est plus rien passé pour moi avec les vaches, mis à part une fois une paire de coups de queue dans le visage au moment de la traite.

Luttes de préséance

Chaque été sur l'alpage, le troupeau se trouve dans une combinaison différente. Il ne forme pas d'emblée une troupe calme. Il existe une structuration au sein du troupeau, et celle-ci doit être disputée et réglée par le combat chaque année. Elga, la plus vieille de toutes, était la meneuse l'an dernier, sans être incontestée mais elle a toujours eu le dernier mot.

Cette année encore, il ne sera pas facile pour elle de défendre et de garder sa préséance. Quelques bêtes sont nouvelles sur l'alpage, d'autres ont vieilli et mûri en enrichissant leur expérience depuis l'année précédente.

Les combats de préséances commencent le plus souvent 2 jours, au plus, après la montée à l'alpage. Alors, si les plus grandes excitations sont passées et le lieu de séjour largement adopté, une nouvelle structuration du troupeau doit s'édifier.

Ce qui est intéressant de voir, c'est que chacun ne se met pas à combattre n'importe qui au point qu'il en résulterait un embrouillamini impénétrable. Quelques exceptions mises à part, ce qui est en jeu, c'est la fonction de direction du troupeau dans son ensemble. La décision préliminaire pour savoir qui, en définitive, sera la meneuse du troupeau jusqu'à la fin de l'été peut à présent échoir.

Très rapidement, les vaches étrangères ont reconnu chez Elga une bête de rang supérieur et l'ont en partie acceptée. Quelques-unes l'approchent néanmoins pour la tester quelque peu, et sentir le degré de préséance.

On peut bien deviner et ressentir la tension qui naît lors d'une telle rencontre. La plupart de ces rencontres se passent sans combat extérieur. Elga avait remporté une victoire intérieure, son rayonnement était suffisant pour faire reconnaître nettement son degré de préséance.

Mais quelque chose ne va pas. Quelque chose qui se trouve dans l'air. Une paire de bêtes se sont arrêtées de paître. Elga se tient là, comme enracinée dans le sol. En face d'elle, à environ cinq vaches de distance, Julia, une vache solide, élevée par Valentin, a pris position. La tête baissée, elle avance lentement en direction d'Elga, qui se dresse bien droite. Julia gratte le sol tantôt avec le sabot antérieur gauche, tantôt avec le droit, des touffes d'herbe se mettent à voler. Elga ne bouge pas.

Julia passe très lentement devant Elga. Elle reste à côté d'elle, à deux vaches de distance. Elle lève la tête. Elga aussi met sa tête de travers, typiquement de guingois ; des plis sont maintenant nettement visibles sur la peau des joues entre l'œil et l'oreille. Julia aussi fronce la peau de son cou. Les deux bêtes meuvent lentement la tête, absorbées dans une tension énorme, comme au ralenti; Elga toujours figée au sol, Julia grattant avec ses sabots antérieurs, mais se retenant nettement.

Elles s'inspectent mutuellement ainsi pendant 5 à 10 minutes, qui paraissent devenir une éternité, et tout à coup ça craque. Comme sur un signe convenu entre elles, elles se heurtent violemment du front et Elga est repoussée en arrière.

Elle cède et s'esquive, pour reprendre aussitôt la contre offensive, les deux têtes se heurtent à nouveau lourdement.

Cette fois, c'est Julia qui est refoulée. Elga se jette sur elle de tout son poids, vient même à bout de son adversaire, fait balancer ses cornes en direction de Julia, qu'elle engage seulement maintenant dans le combat. Cette dernière cède, brièvement poursuivie par Elga.

À cet instant, le rang de préséance est net : la vieille meneuse reste victorieuse sur le terrain.

(Notes du journal personnel, Alpage Rischuna, 1989)

Ces combats de préséance sont d'une très grande importance pour la réalité sociale événementielle au sein du troupeau. Par ces luttes de préséance, chaque bête obtient une position qui lui est attribuée personnellement dans le troupeau. Les bêtes individuelles ressentent ensuite moins de stress en se déplaçant, broutant, buvant et se reposant. Les vaches n'ont aucunement de comportement social, au sens où nous l'entendons lorsqu'il s'agit de protéger les faibles des forts (en dehors du comportement entre la mère et son veau). Les bêtes plus petites ou plus faibles sont constamment refoulées et opprimées. Par une prise de position nette dans le rang de préséance, une chance de survie existe aussi pour elles.

Des bêtes cornées gagnent leurs conflits de préséance d'une manière autre que celle utilisée par les bêtes écornées. Les premières mènent des combats plus brefs et plus violents, mais aussi plus nets, et les résultats persistent plus longtemps. Le plus souvent on n'en vient même pas à se battre. Par certaines positions de la tête, du mufle, des oreilles et des cornes, on envoie des signaux que les autres vaches comprennent. Les rangs de préséance ne doivent pas toujours se régler à chaque fois. Que les cornes fassent défaut et cet instrument important de « langage » entre les vaches leur fait aussi défaut, c'est justement ce qu'on peut bien observer dans les troupeaux mixtes.

Figure 36a : Différents organes sensoriels

| Organe sensoriel | Fonction | Récepteur sensoriel | Stimulus | Particularités chez la vache |
|-------------------------|---|--|---|--|
| Œil | Vision | Photorécepteurs | Lumière | Large champ de vision, vision binoculaire restreinte, myopie, ajustement lent aux variations d'intensité |
| Oreille | Audition | Mécanorécepteurs | Vibrations sonores | Pavillon mobile. Perception des hautes fréquences, jusque 35.000 Hz (20.000 Hz chez 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. |
| | Equilibration | | Position de la tête | |
| Cavité nasale | Olfaction | Chimiorécepteurs | Substances chimiques en solution | Grande sensibilité aux odeurs. Communication olfactive entre les individus (phéromones) |
| Langue | Gustation | Chimiorécepteurs | Substances chimiques en solution | Sensibilité aux 4 goûts primaires (sucré, salé, amer, acide) |
| Tégument | Somesthésie : Toucher, pression Température Douleur | 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) |

Figure 36b : champ visuel de la vache et organisation fonctionnelle de l'oeil
 (in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)

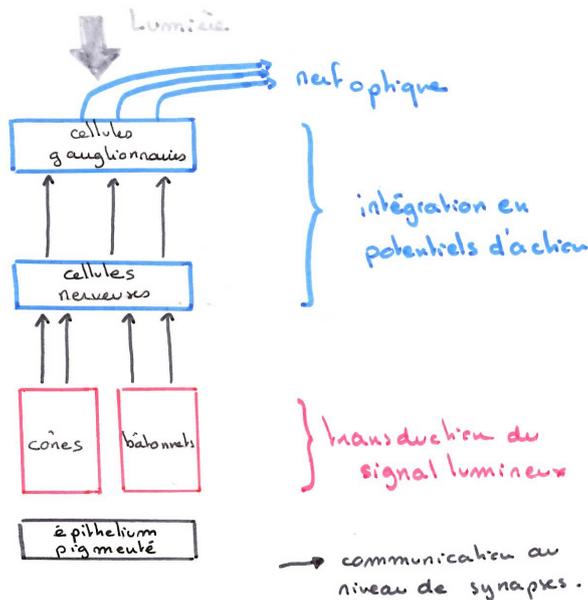
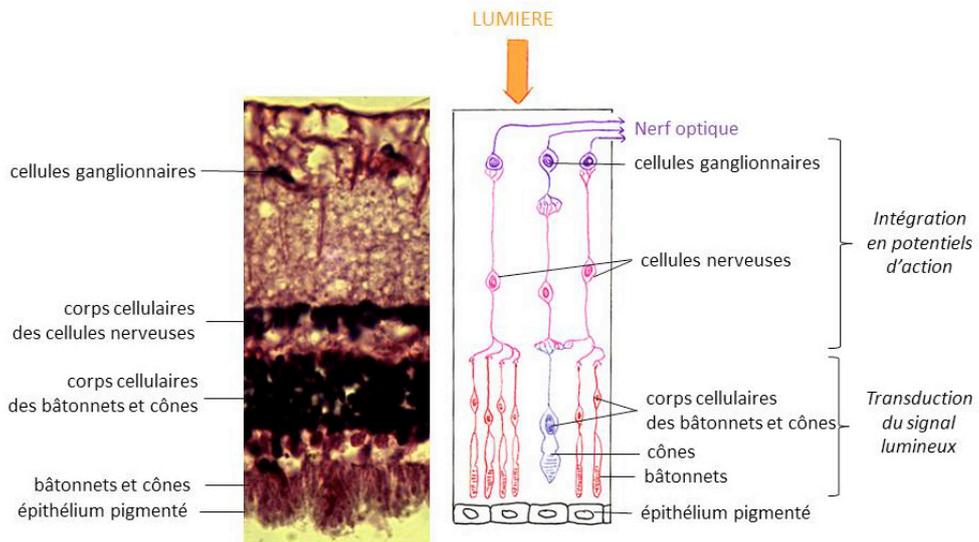
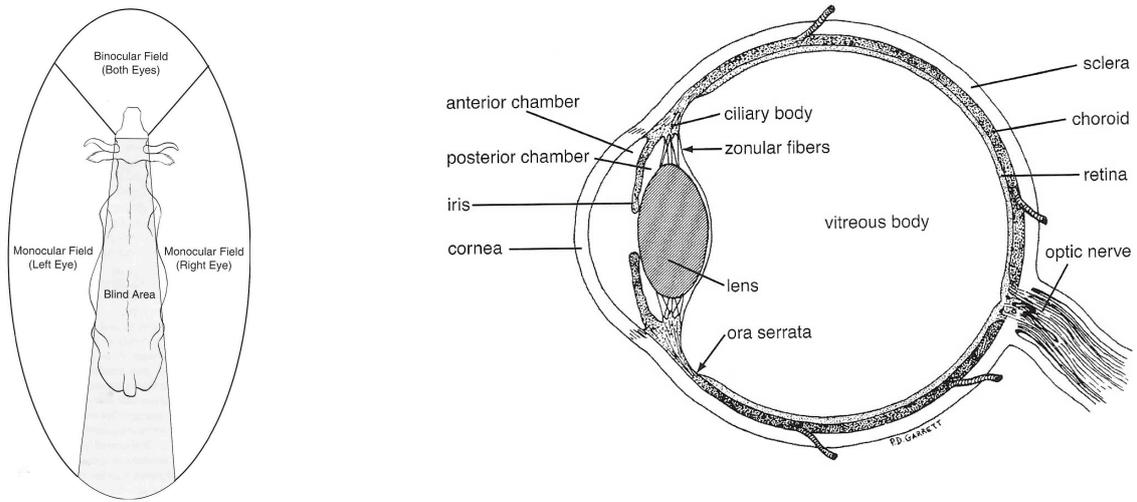
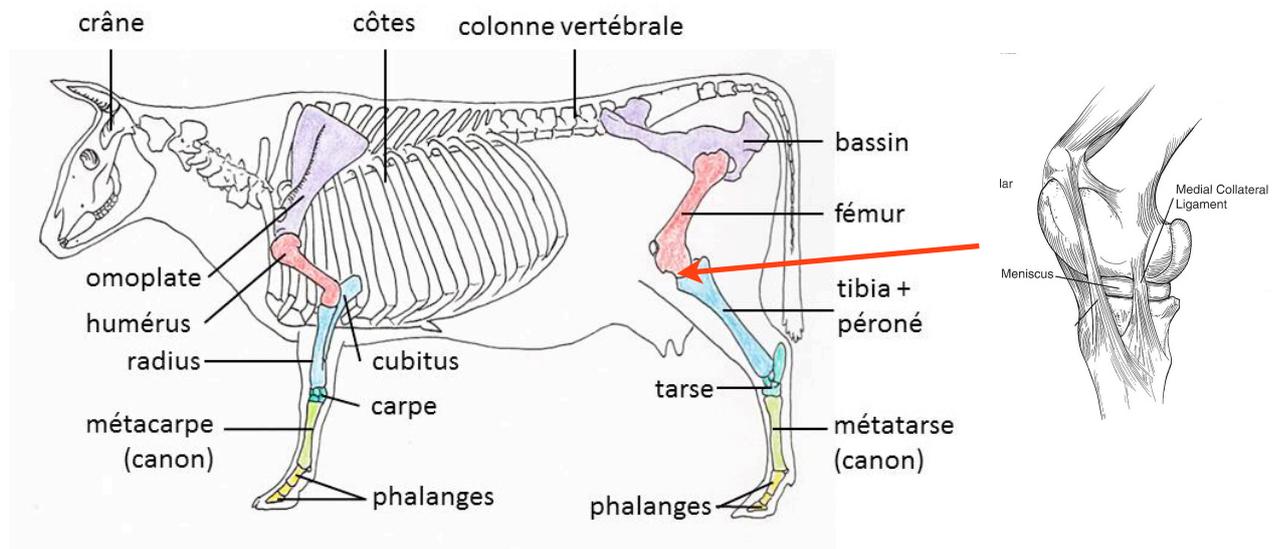


Figure 37 : organisation du squelette de la vache**Figure 38 : La vache possède des membres chiridiens**

| | Membre antérieur | | Membre postérieur | |
|------------|---|---|--|---|
| | Type chiridien primitif | Caractères spécifiques à la vache | Type chiridien primitif | Caractères spécifiques à la vache |
| Ceinture | Ceinture scapulaire : clavicule, omoplate, coracoïde* | Clavicule absente | Ceinture pelvienne : pubis, ilion, ischion | |
| Stylo-pode | Bras : humérus | | Cuisse : fémur | |
| Zeugopode | Avant-bras : cubitus, radius | | Jambe : péroné (+ rotule), tibia | |
| Autopode | - 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) | - Carpe : 6 os - Présence des seuls métacarpes III et IV, soudés en un os canon - Présence des seuls doigts III et IV : - Cétartiodactyl e | - 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) | - Tarse : 5 os - Présence des seuls métatarses III et IV, soudés en un os canon - Présence des seuls doigts III et IV : Cétartiodactyl e |

Figure 39a : organisation du membre antérieur de la vache

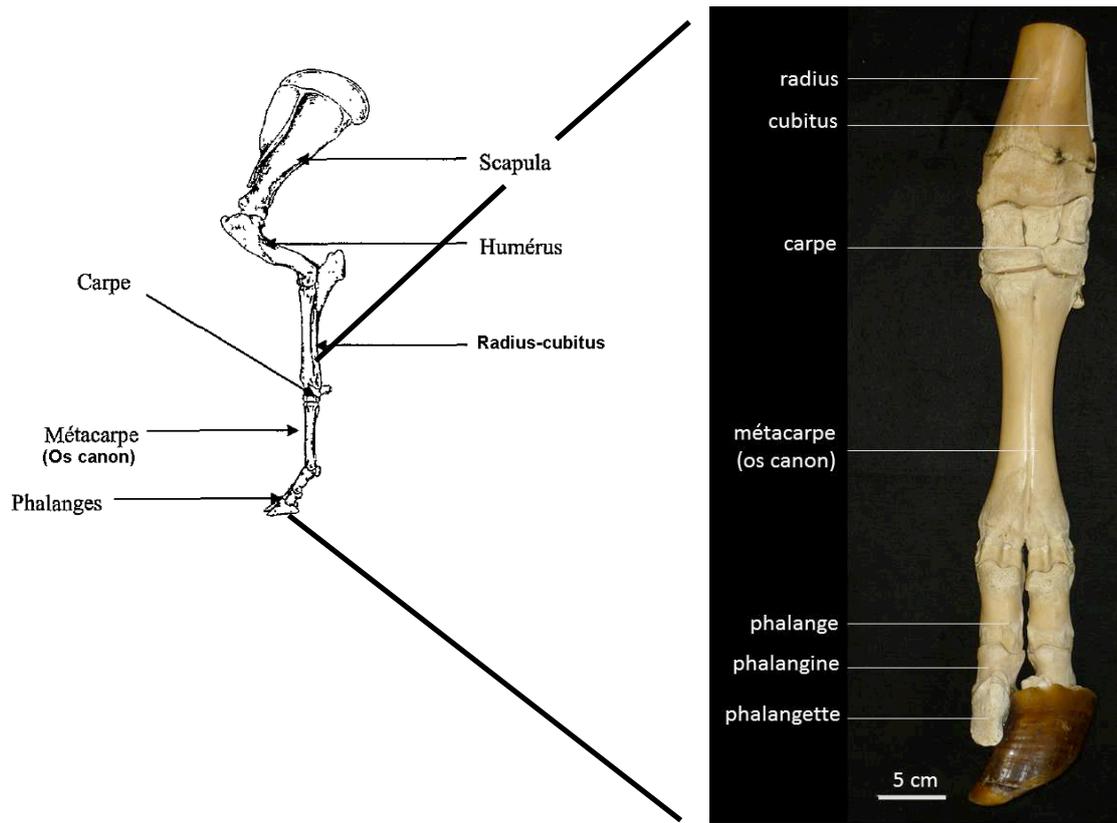


Figure 39b : muscles du membre postérieur

(in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)

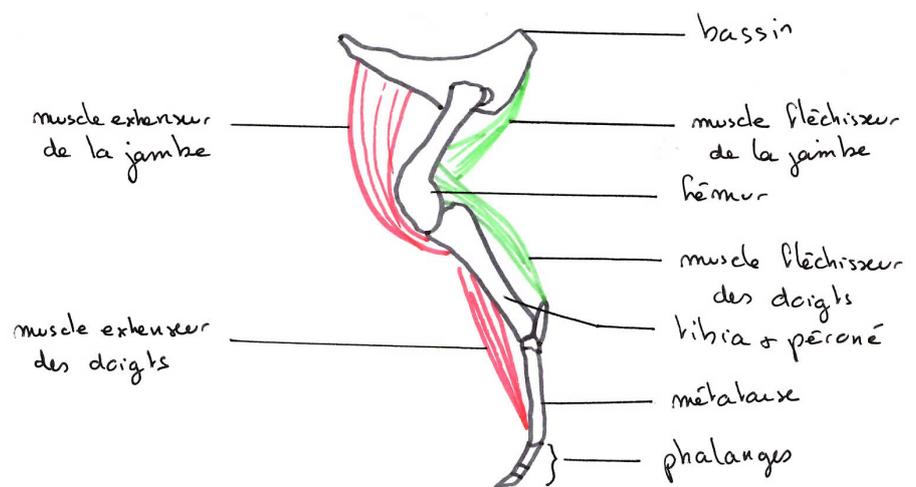
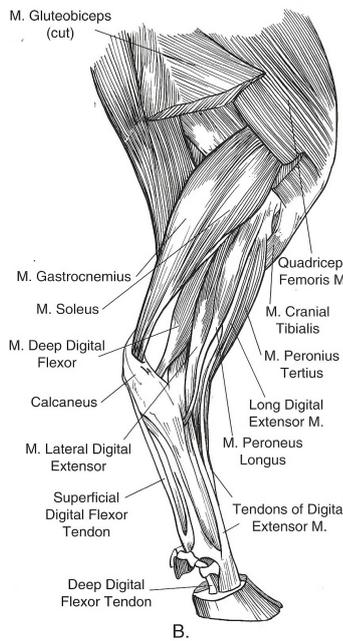


Figure 40 : schéma bilan : fonctions de relation

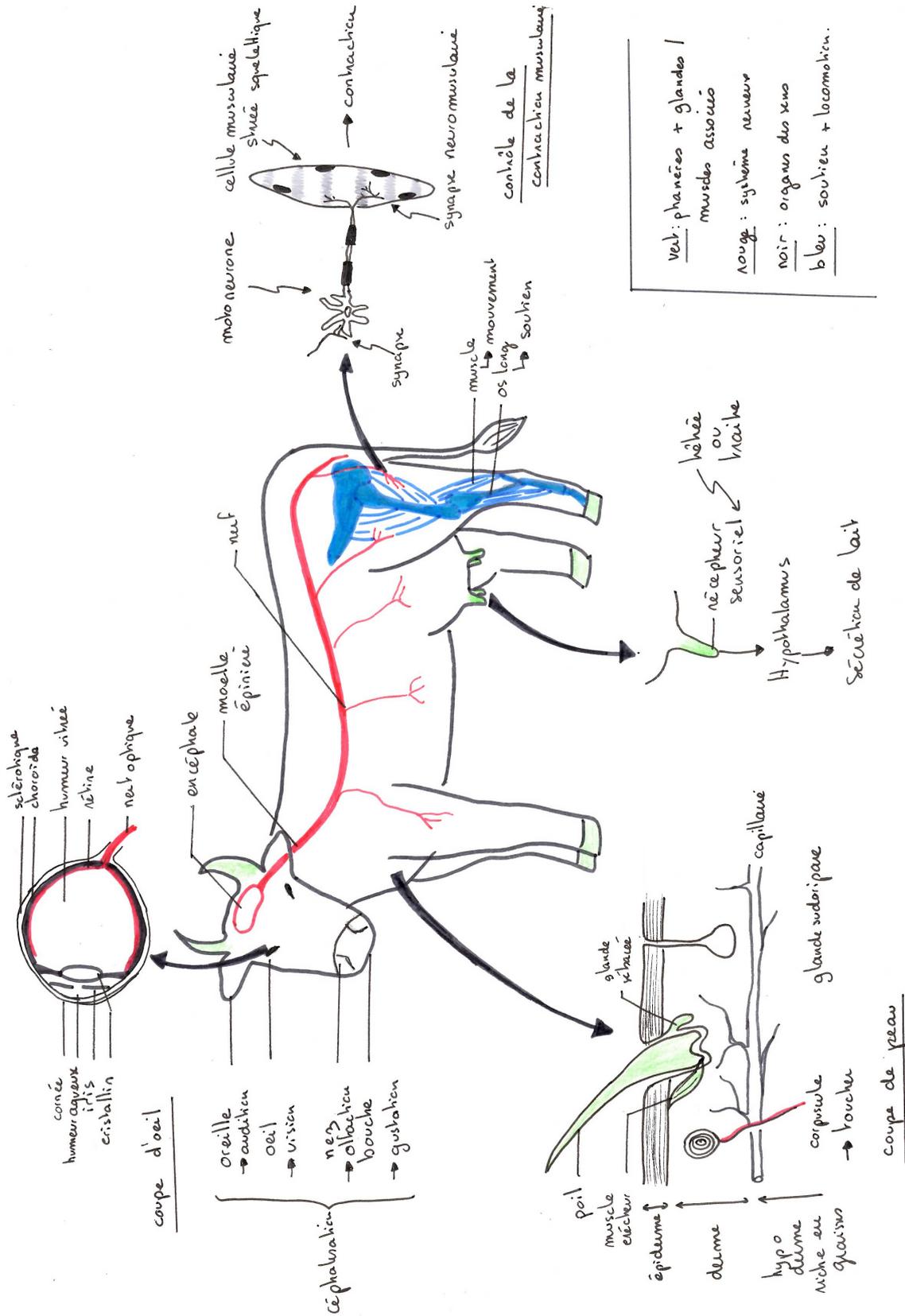
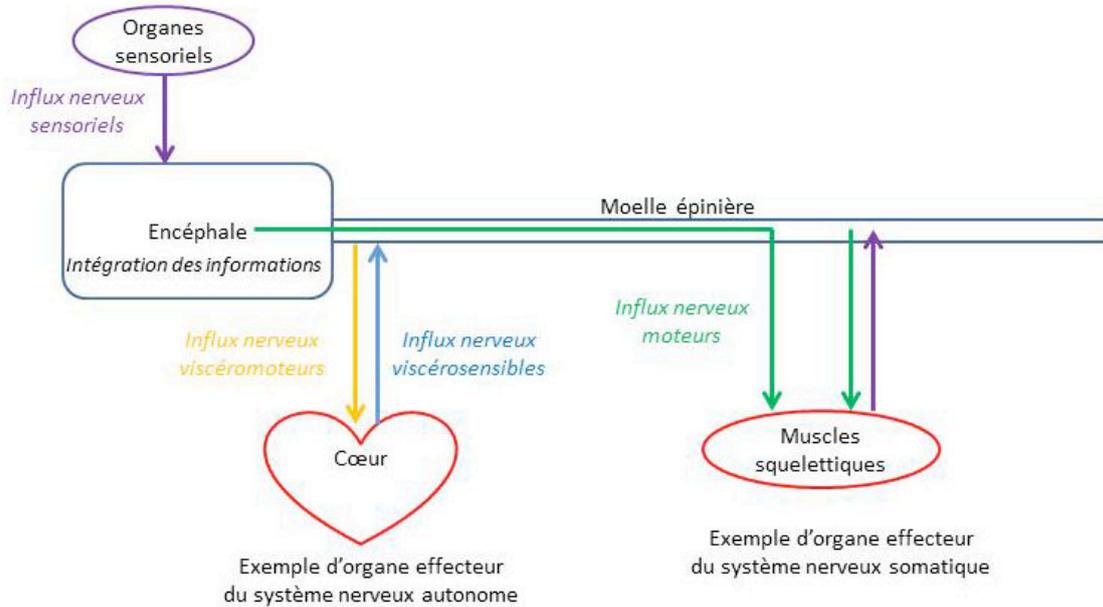
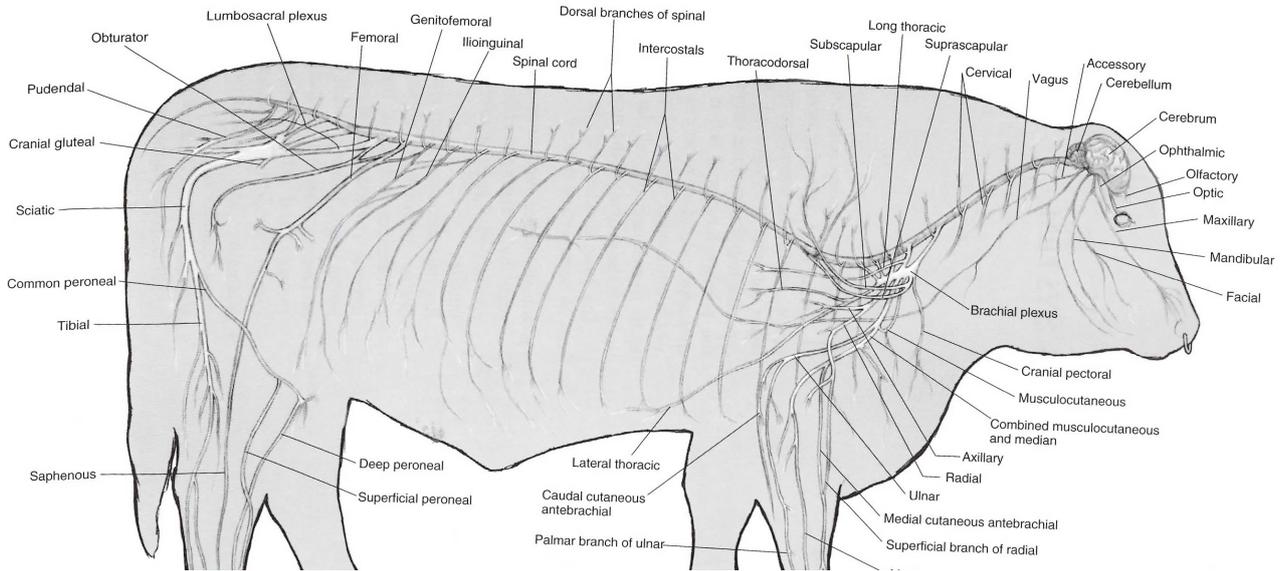
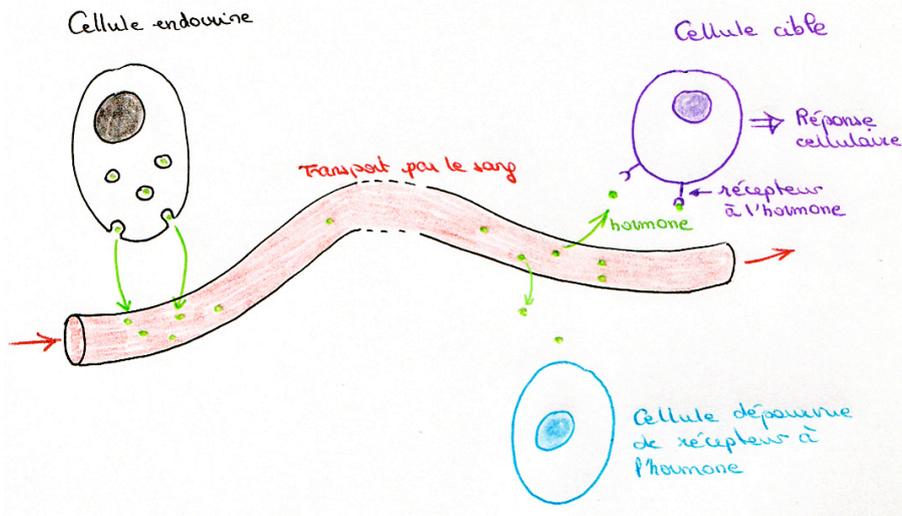


Figure 41 : le système nerveux de la vache
 (in Anatomy and physiology of farms animals, Frandson *et al.* Wiley-Blackwell)



- | | | |
|--|---|------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> → Voie afférente → Voie efférente | } | Voies du système nerveux somatique |
| <ul style="list-style-type: none"> → Voie afférente → Voie efférente | } | Voies du système nerveux autonome |

Figure 42 : principe de la communication hormonale



BILAN

