

\*\*\*\*\*

## Cours 1 : Digestion et utilisation digestive chez les animaux

### Objectifs :

1. Connaître l'anatomie de l'appareil digestif ;
2. Maitriser les particularités anatomiques digestives entre espèces animales

### Introduction

L'appareil digestif est l'ensemble des organes et de glandes endocrines et exocrines sous un contrôle nerveux « le parasympathique » et hormonal (Gastrine et sécrétine). La digestion met en jeu des phénomènes mécaniques (préhension, mastication, contraction musculaire), chimiques (équipements enzymatiques pour des réactions d'hydrolyse) et microbiennes majoritairement de nature enzymatique. Ces phénomènes vont transformer les substances complexes ingérées en produits de dégradation de composition plus simples (les **nutriments** : toute matière à ingérer par l'animal afin de préserver sa vie dont l'eau est plus essentiel nutriment ; l'animal peut vivre longtemps sans nourriture mais ne le pourra jamais sans eau ), qui seront absorbés par les muqueuses digestives. La digestion passe par les étapes suivantes :

1. Actes préparatoire à la digestion
2. Digestion gastrique
3. Digestion intestinale
4. Excrétion de fécés.

#### I. Actes préparatoires à la digestion (Mastication-insalivation)

##### 1. Cavité buccale : une denture complète ( 3/3/I 1/1 C 4/4/ PM 3/3 M)

- a) **Ruminant** : absence d'incisives supérieures et remplacées par un bourrelet cartilagineux, absence de canines. La langue très mobile permet la préhension des aliments, le condyle ou l'articulation temporo-mandibulaire permet des mouvements verticaux et latéraux 40000/J bouef qui présente une dépense énergétique non négligeable. Ces mouvements assurent deux types de mastication ; la mastication proprement dite toujours sommaire avec une vitesse variable selon la **nature** des aliments ( 90-95 mouvement/mn en cas de grains et 70-80 pour le foin) et la hauteur de l'herbe dont l'optimal est observé au bout de 12 cm et la mastication mérycique qui fait suite à la régurgitation du bol alimentaire au cours de la rumination. celle dernière est prolongée (50 mouvement/mn) assurant un broyage et une insalivation poussée des aliments. La nature des aliments se trouvant dans le ruman exerce une influence sur la sécrétion salivaire. Le temps d'ingestion est de 5 à 8 heures/j, fractionné en dizaines de repas. Les ovins, les lèvres sont fines et mobiles et peuvent attirer l'aliment. les incisives inférieures sont fines et coupantes peuvent s'avancer très près

\*\*\*\*\*

du sol. Ils coupent l'herbe très ras du sol, ce qui leur permet de tirer parti des pâturages pauvres. Mais, ils risquent de surpaturer les parcours et sont très exposés au parasitisme (le collet : site préférable aux parasites). Les aliments aqueux et fluides produisent une salivation faible qui provoque souvent des troubles digestifs : météorisation. Le bœuf ne peut guère paturer plus ras que 2 cm.

- b) **Cheval** : lèvres supérieure très mobile pour la préhension, canine pour les mâles adultes seulement, 3/3 I 1-0/1-0 C 3/3 PM 3/3 M. la mastication est beaucoup plus complète. un voile de palais très développé l'empêchant à rejeter les aliments par la bouche ; éventuellement et rarement par le nez. Le cheval effectue en moyenne 70 -80 mouvements de mastication /mn (40 mn /kg de foin : 3000 mouvements). Les dents sont en croissance continue en longueur et en épaisseur. La mastication des aliments fibreux les empêchent de devenir plus grosses.
- c) **Lapin** : 2/I I 0/0 C 3/2 PM 3/3 M à incisives à croissance continue.
- d) **Poule** : ni lèvre ni dents, un bec corné).

**NB** : Les troubles dentaires peuvent engendrer des maladies cardiaques (endocardite)

## 2. Glande salivaire

La salivation est stimulée par l'odeur et ou la sensation de la nourriture dans la bouche. Trois paires de glandes : parotide : sécrétion séreuse (70%), submandibulaire : sécrétion mixte : séreuse + muqueuse qui contient la mucine (30%) et sublinguale à sécrétion mixte (10%) entrent en jeu. Elle s'est en deux étapes:

- Sécrétion primaire : assurée par les acinis salivaires. Ces cellules acineuses sécrètent : de l'eau (dissout, dilue et ramollit la bouchée, rôle gustatif), des électrolytes en concentration identique au plasma sanguin, des mucines par les cellules à mucus qui facilitent la formation et la déglutition du bol alimentaire et de l'amylase par les cellules séreuses. Cet enzyme qui dédouble l'amidon en maltose est pratiquement nul chez les animaux domestiques. Chez les félins « des carnivores » l'amylase s'est produite en trop petite quantité qui oblige la nécessité d'un régime alimentaire pauvre en amidon.
- Modification dans les canaux salivaires (pareil pour les glandes exocrines comme le foie, pancréas) : ou les cellules épithéliales réabsorbent Na contre K (1/10 de [Na] plasmatique, + 7 [K] du plasma, 3x [HCO<sub>3</sub>] plasma) et sécrètent le bicarbonate et deviendra de nature basique.

La salive est aqueuse, alcaline assure un rôle d'imprégnation et imbibition des aliments et la lubrification qui facilite le broyage et la déglutition. Elle est riche en électrolytes (Na, Cl, K, HCO<sub>3</sub>, phosphate), en protéines (1166 protéines) comme l'amylase ou ptéaline qui hydrolyse l'amidon en dextrine et maltose et d'autres composées organiques (urée, glucose cholestrol...). Elles sont très développées chez les **ruminants** et la sécrétion est riche en amylase, continue (50 – 60 kg/salive/j bœuf : 5 kgg/heure au cours de repas et 1 kg/heure entre les repas. Cet immense quantité alcaline joue un rôle à la neutralisation des acides

\*\*\*\*\*

résultant de la digestion microbienne des fibres dans les réservoirs gastriques. Le cheval sécrète 40-42 kg de salive/j : 5\_8 kg/heure au repas, 100-150g/heures entre les repas.

*NB . la bouche assure d'autres fonctions : l'amplification du son, respiration, thermoregulation et la défense et l'agression(dents).*

### 3. Œsophage

Un canal musculueux, extensible anime des contraction péristaltique.sa partie supérieur est large chez le ruminant qui lui permet d'ingérer des aliments volumineux(obstruction oesophagienne). L'arrière bouche du cheval possède le voile du palais qui empeche le vomissement.

Chez les aviaires, une partie de l'œsophage est engonflée au ventral pour formet le jabot, un lieu de stockage des ingestas.

#### II. Digestion gastrique

##### 1. Estomac

Le premier réservoir du tube digestif (lieu d'emmagasinement). Il est vetu par des cellule microscopiques :villosité ; des cellules à mucus pour la lubrification et la protection contre l'acidité. Son importance est inégale selon les espèces : de très developpé chez le ruminant(230 l soit 70 % TD) à de de faible capacité chez le cheval (15 l : 7%). Chez le porc, elle est de 9 l soit 30% TD. Du fait de sa motricité et sa sécrétion gastrisque, les aliments subissent des modifications plus ou moins poussées. Quatres zones se différencient par leur muqueuse :

- \*\* zone oesophagienne : sans glandes, peu étendue autour du cardia ;
- \*\* zone cardiale : riche en glandes à mucus mais ne secrétant aucun enzymes ;
- \*\* zone fundique : rassemblant des éléments sécrétoires libérant HCL et pepsine ;
- \*\* zone pylorique : riche en glandes à mucus entourant l'orifice de vidange de l'estomac ; le pylore qui pourvu un sphincter.

##### ➤ La digestion gastrique chez le porc

La digestion gastrique est importante chez le porc. Elle est assurée essentiellement par :

\*\* HCL : sécrété par les cellules paientale des vilosité. Elle possède un role antiseptique contre les microbes apportées par les aliments et un role digestif par solubilisation de certaines sels minéraux et assure un pH favorable à l'action de la pepsine.

\*\* Pepsinogène « cellule chefs »(solubilisation des protéines): commence la dégradation des proteines dont les produits restent encore en poids moléculaire assez élevé et soluble dans l'eau avec la dominance des corps avec 5 à 6 AA.

Un milieu stomacal acide favorise l'action de la pepsinogène qui stimule la sécrétion de pepsine.

Acidité sanguine au debut de la digestion : la concentration du gastrine augmente au fur et à mesure. Celle dernière stimule la sécrétion du HCL. A un seuil déterminé de pH, la sécrétion d'Histamine baisse celle de la gastrine.

\*\*\*\*\*

- **Chez le bœuf** : Mammifère à régime cellulosique ; la digestion de repas gras est assez difficile. Ce sont des polygastriques : l'estomac est constitué de plusieurs compartiments :
  - **Réseau ou bonnet ou réticulum** : un petit réservoir dont la surface intérieure est tapissée par une muqueuse cloisonnée par une multitude des alvéoles comme celles d'une ruche d'abeille. Dans son intérieur se trouve la **gouttière oesophagienne** ; demi-canal mettant en relation le cardia et l'orifice réseau-feuillet et qui semble prolonger l'œsophage jusqu'au feuillet. Ce trajet direct : œsophage\_feuillet puis cœcité est utilisé pour le régime lacté chez les jeunes et pour l'eau chez l'adulte en situation assoiffée
  - **Rumen** (80% de la masse total d'estomac) . Sa surface intérieure est tapissée par une muqueuse garnie de papilles longues, nombreuses, serrées les unes contre les autres. Le rumen communique avec le **réseau** par une large ouverture : le col de la panse ( 18 cm de haut x 10 cm de large )
  - **Feuillet ou omasum** : sa cavité est cloisonnée par une série de lames muqueuses en forme de croissant. Ces lames constituent un dispositif formant un **filtre (résorption d'eau et sels minéraux surtout le chlorure)** qui arrête avec l'étroitesse de l'orifice réseau\_feuillet les aliments grossiers insuffisamment divisés. L'ouverture feuillet-caillette est plus large (8-13 cm de diamètre) est menée des plis muqueux disposés à la manière d'une valvule qui empêchent le reflux des aliments de la caillette vers le feuillet.

Ces 3 compartiments constituent le pré-estomac et hébergent une immense quantité microbienne (bactéries, champignons et certaines espèces de protozoaires) qui aident l'action enzymatique dans la dégradation des fibres en divers saccharoses comme source d'énergie au ruminant. La fermentation au sein de ces milieux anaérobiques induit à la production de dioxyde de carbone et des AG. Ces AG présente la source essentielle d'énergie pour le ruminant.

**NB** : Si l'acidose ruminale est un trouble majeur chez le ruminant (maladie, mort). Elle peut engendrer la fourbure chez le cheval (maladie de sabot).

#### 1. Au niveau du Rumen-réseau

A ce niveau, l'ingesta subit simultanément :

- Une dégradation **chimique** : population microbienne (Fermentation)
- Un **brassage permanent** : la motricité du rumen-réseau (2500 vagues de contractions journalières, éructation de gaz produits : CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> : 400 à 600 l/j), la rumination ou mérycisme occupe plus de temps que l'ingestion pour les rations à base de fourrage. Elle correspond à un réflexe complexe qui nécessite : stimulus par frottement des fibres et des zones sensibles (cardia, réseau et la gouttière oesophagienne : sont riches en récepteurs qui captent le stimulus) à ce stimulus
- Un **brassage poussé** au cours de la rumination « mérycisme ».
- Un **transit sélectif** : particules d'une taille inférieure à 2 mm : ovins ; 4 mm : Bœuf peuvent franchir l'orifice réticulo-omasal en direction du feuillet : *le lieu de*

\*\*\*\*\*

déshydratation. Celles de grande taille sont refoulées vers le réseau-rumen et peuvent soumise de nombreuses fois à la mastication mérycique.

## 2. Fermentation dans Rumen-réseau

Le milieu ruminal est aqueux, à une T° à peu près constante (38 -42C°) et en anaérobiose permanent est favorable au développement d'une population microbienne très dense et très active et vivent en symbiose (vit. B) avec le ruminant. Cette population se trouvent en action assez performante si elle bénéficient en outre des conditions cités au dessus un flux régulier de substrats, avec de taille réduite, pH assez réduite (6 à 8) et un brassage permanent assuré par la motricité de rumen-réseau.

### 2.1. Microbes de Rumen-réseau :

\*\* **un faciès microbien** en complémentarité et en compétition : 200 espèces, les plus denses =  $10^{10}$  /ml ; la plus active = 1/2 biomasse microbienne. Elle contient plus spécialement des bactérie cellulolytiques (pH : 6,5) dégradant les fibres et les amylolytiques (pH :5,5) responsable à la dégradation de l'amidon. Les changements entre régimes alimentaires doivent être progressif pour permettre l'adaptation de la flore microbienne.

\*\* **Protozoaires ciliés** :  $5 \cdot 10^6$  /ml, en compétition avec les bactéries.

\*\* **Champignons** : champignons anaérobies strictes dégradent la cellulose et les hémicelluloses malgré la présence de la lignine.

Les constituants solubles des aliments (sucres, AA libres et certaines protéines) sont dégradés rapidement et en totalité et constituent le milieu **démarrage** de fermentation. L'aliment est autant plus dégradé dans cette poche Rumen-réseau qu'il est moins fibreux et suffisamment broyé.

### 2.2. Dégradation de glucide

Comporte 2 phases :

\*\* **Hydrolyse** : les glucides intracellulaires et celles des tissus non lignifiés peuvent être plus ou moins complètement et plus ou moins rapidement hydrolysés en oses (hexoses et pentoses) et présentent la source d'énergie pour le faciès microbien.

**Le sucre** : (glucides solubles : glucose, fructose, saccharose et maltose) est hydrolysé d'une manière très rapide et en totalité.

**Amidon** : 90 à 95% . Elle dépend de la nature de céréale de la ration sorgho>maïs>orge>blé

**Fibres** : cellulose et hémicellulose : subissent une hydrolyse lente et partielle. La lignine n'est pratiquement pas dégradable en réduisant la pénétration des enzymes microbiennes dans les fibres et en inhibant chimiquement l'activité enzymatique.

\*\* **Fermentation** : la fermentation anaérobie des oses produit :

\*\*\*\*\*

- Un mélange des AGV : C2, C3 et C4 absorbés à travers la paroi du rumen (Source d'énergie pour le ruminant)
- Des gaz : CO2 et CH4 rejeté par éructation (perte énérgitique)

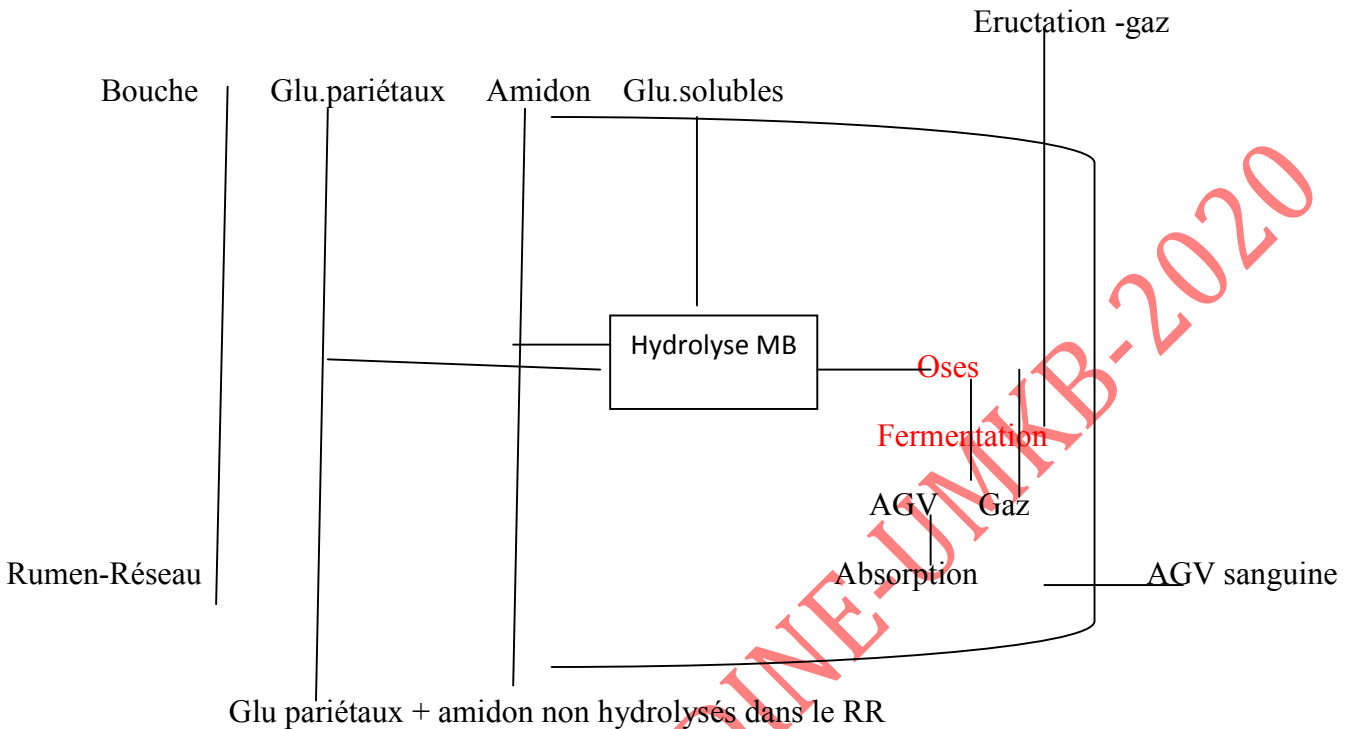


Schéma : dégradation des glucides dans le rumen-réseau

Les proportions relatives des AGV dépendent de la vitesse de fermentation et du pH. C'est-à-dire de la composition de la ration et du faciès microbien. Avec un régime habituelle 60% fourrage et 40% concentré :

C2 : 60-65% . issu des bactérie cellulolytique. % augment avec le taux de fibre et pH autour de 7.

C3 : 18à 20% : augmente avec les céréales, issu des bactérie amylolytique et pH acide <5.

C4 : 10à 15% : augmente pour des régimes riche en glucides solubles (racines, ensilage de maïs..)

**Anomalie digestive** : Acidose lactique un devoir à domicile

### 2.3. Dégradation de la matière azotée

\*\*\*\*\*

- **Caillette** : le seul réservoir sécrétoire de l'estomac des ruminants. Elle a une forme de poire étirée vers l'arrière. Sa cavité est tapissée par une muqueuse glandulaire, molle spongieuse, présentant de nombreux plis et recouverte d'une couche de mucus. Elle représente le véritable estomac digestif des ruminants. Sa muqueuse sécrète le suc gastrique dont l'action porte sur les particules alimentaires finement divisées. Signalons toutefois que sa teneur en HCL est un peu faible (pH de 2 à 4).

En fin, La digestion gastrique chez les ruminants présente les particularités suivantes :

- ✓ **La rumination** : Les aliments déglutis après emmagasinement dans le rumen-réseau sont régurgités à la bouche pour subir une remastication mérycique ;
- ✓ **La motricité des réservoirs gastriques** Les réservoirs gastriques au biais de ses contractions réguliers assurent le brassage et le transit des matériaux alimentaires ;
- ✓ **Role des micro-organismes** : Le rumen-réseau est une vaste cuve de fermentation. Les aliments suffisamment divisés par la remastication mérycique sont imprégnés par une grande quantité de salive et se trouvent pendant un temps assez long dans des conditions favorables à l'attaque microbienne (croissance et multiplication) ;
- ✓ **Digestion chez les jeunes** : Le lait (eau en cas de soif chez l'adulte) chez les jeunes est conduit directement par la gouttière oesophagienne au feuillet et à la caillette.

**Devoir à domicile : -Rumination- motricité des réservoirs gastriques- rôles des micro-organismes. Particularité de la digestion gastrique chez le jeune ruminant.**

➤ **La digestion gastrique chez le cheval**

Trois particularités anatomiques conditionnent la physiologie de la digestion chez le cheval :

Volume relativement faible de l'estomac (15 à 18 l). En fait, le cheval ingère rapidement ses aliments et la salivation est très importante (6 kg de foin détermine la sécrétion de 25 à 30 l de salive). Il peut déglutir pendant un repas 2 à 3 fois. Cette particularité permet une vidange fréquente de l'estomac (2 ou 3 fois au cours d'un repas). Par conséquent, c'est que le dernier tiers du repas qui subit réellement l'action gastrique (il faudra mieux fractionner la ration en plusieurs repas). Le faible brassage et l'impossibilité d'éructation et de vomissement prédisposent aux indigestions et aux coliques gastriques.

En bref, la digestion gastrique reste très réduite chez le cheval.

- **La digestion gastrique chez la poule** : l'estomac de la poule est constitué de 2 chambres successives et distinctes : le proventricule, estomac chimique, et le gésier (ventricule), estomac mécanique, qui assure l'homogénéisation et le broyage de l'aliment.

\*\*\*\*\*

### III. Digestion intestinale :

#### L'intestin grêle : lieu essentiel de la digestion chimique

Dès que l'ingesta atteint le pylore, la sécrétion enzymatique augmente relativement. Dans le Déodénum : l'ingesta est exposée avec les sécrétions pancréatiques (role exocrine du pancréas) par la canal de Wirsung : amylase, lopase et trypsine. Des signaux sont envoyé aux vésicules biliaires pour vidanger la bile (Digestion des lipides) à la lumière déodénale. Dès que le digesta atteint l'iléom, le résidu de la décomposition des acides biliaires renvoient des signaux au foie pour supprimer la sécrétion de la bile (système de controme autonome sans intervention de l'animal).

Les entérocytes qui couvre à l'intérieur l'intestin grêle sécrètent des enzymes spécifiques pour la dégradationn ultime de polysaccharides et des peptides.

Les **glucides** se sont hydrolysée en en dextrines et diholosides ; maltose sous l'action de l'amylase pancréatique puis en oses plus simples dans la lumière intestinale sous effet des enzymes glucoalytiques intestinales.

Les **protides** : l'action de tripdine pancréatique donne un mélange composé d'une petite quantité d'AA libres et une grande quantité de petits peptide(2 -6 AA), les peptidases intestinales complète l'hydrolyse en AA libres.

Les **lipides** : l'action conjuguée de la bile- lipase pancréatique et intestinale donne des triglucirides et des acides gras au cours d'une lipolyse incomplète et inhibé quand environ 30% des AG sont libérés. Le pH (6-6,5) de la premoère portion de l'intestin ne permet pas la formation du savon. L'absorption des dérivés de lipides alimentaires s'effectue grace à la présence d'un complexe constitué par AG-sels biliaires- monoglycirides. Sous l'effet de ce comlexe en emulsion, la graisse alimentaire peu dégradée puissent passer à travers l'épithélium intestinal et etre stockées dans les graisses de réserve de l'animal.

Le développement de IG dépend du genre de vie et de l'alimentation de l'espèce (court et large chez les carnivores, très longs et de faible largeur chez les herbivores).

#### Le gros intestin

Comprend succissivement caecum, colon et rectum, chez le cheval est un cul de sac de 35 l de capacité. Les aliments arrivent et en repartent par l'extrémité supérieure, de plus l'orifice qui sépare le caecum et le colon est étroit qui favorise l'arrêt au caecum ce qui entraine la développement des faciès microbiens à ce niveau analogue à celui des ruminants assurent la dégradation des fibres et la synthèse de vitamines.

Comparativement au ruminant, le cheval n'a donc pas la meme possibilité de récupération des produits résultant de métabolisme microbien.