

# Motricité des estomacs chez les ruminants

Aude FERRAN  
2023



# Introduction

- Ruminants sont des mammifères **herbivores**
  - **Polygastriques** : Digestion des fibres par **fermentation microbienne** au niveau des **pré-estomacs**
  - **Rumination** : Processus qui consiste à **régurgiter** du contenu digestif (**bol mérycique**) et à le **remastiquer** et à le **réinsaliver**

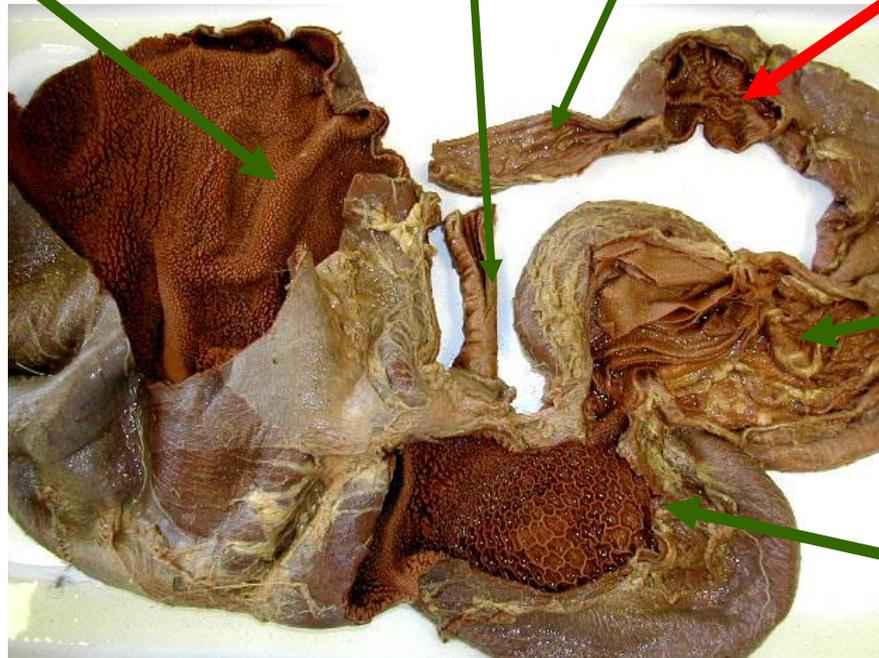
# Plan

- Présentation générale des pré-estomacs
- Structure anatomique et principaux rôles
  - Réseau (bonnet)
  - Rumen (panse)
  - Feuillet
  - Caillette
- Motricité
  - **Réticulo-rumen**
    - **Cycle I<sup>aire</sup>**
    - **Cycle II<sup>aire</sup>**
    - **Rumination (voir cours séparé)**
  - Feuillet
  - Caillette (voir monogastriques)
  - **Jeune ruminant et Gouttière œsophagienne**
- Régulation de la motricité
  - **Cycle I<sup>aire</sup>**
  - **Cycle II<sup>aire</sup>**

# Présentation générale des estomacs

**3 pré-estomacs** non sécrétoires  
et **1 estomac sécrétoire** (ou glandulaire)

Rumen = panse



Œsophage

Duodénum

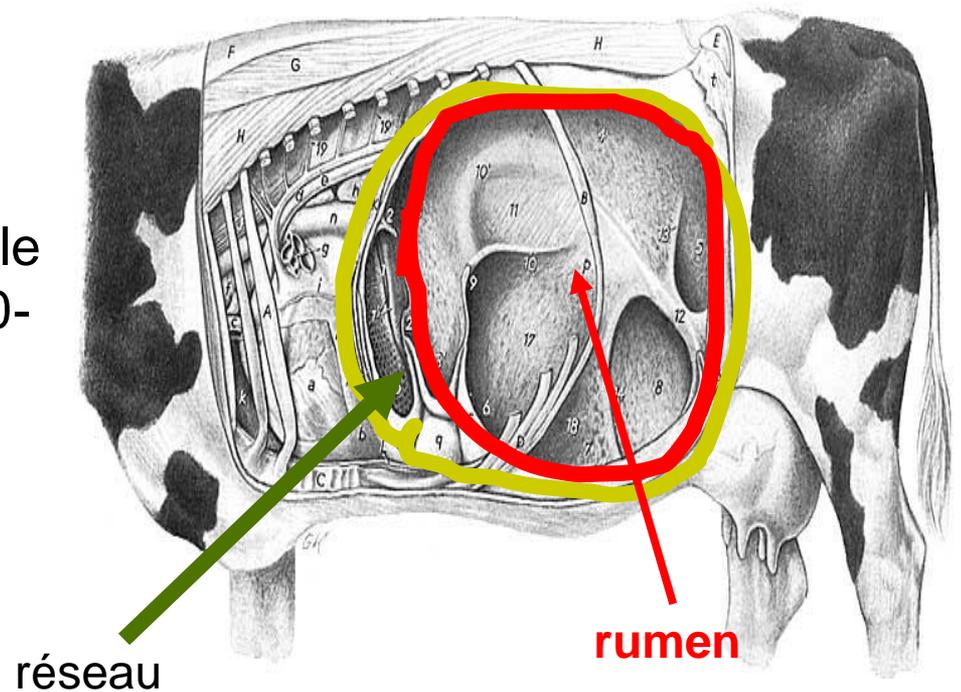
Abomasum = **caillette**  
(estomac glandulaire)

Omasum = **feuillet**

Réticulum = **réseau**  
(bonnet)

# Présentation générale des estomacs

- Pré-estomacs occupent
  - **3/4 de la cavité abdominale**
  - **toute la partie gauche de l'abdomen**
  - **Rumen** est le compartiment le plus volumineux (jusqu'à 200-300 L chez la vache)
- Feuillet et caillette sont situés **ventralement du côté droit**



# Présentation générale des estomacs

- Caractéristiques générales des **pré-estomacs**
  - Recouverts d'un **épithélium stratifié**
  - Entourés d'une **forte musculature** qui permet le brassage
  - Innervés par
    - **Système nerveux parasympathique (nerf vague = X)** qui coordonne la motricité
    - Système nerveux sympathique qui inhibe la motricité

# Pré-estomacs

## ■ Réseau

Sac crânial situé contre le diaphragme à gauche

- Structure hexagonale en nids d'abeille
- Rôles
  - Stockage des éléments déglutis notamment les éléments lourds
  - Avec le rumen(**réticulo-rumen**), fermentation microbienne
  - Vidange partielle vers le feuillet par l'orifice **réticulo-omasal**



Structure interne du réseau  
« nids d'abeille »

# Pré-estomacs

- Rumen = **grand sac fermentaire**

- Structure : papilles qui permettent l'absorption **d'acides gras volatils**
- Rôle : **Fermentation microbienne** par hydrolyse et oxydation anaérobie



Structure interne du rumen  
« papilles »



# Quelle est la durée de séjour du foin dans le rumen?

- A. Quelques secondes
- B. Quelques minutes
- C. Quelques heures
- D. Quelques jours

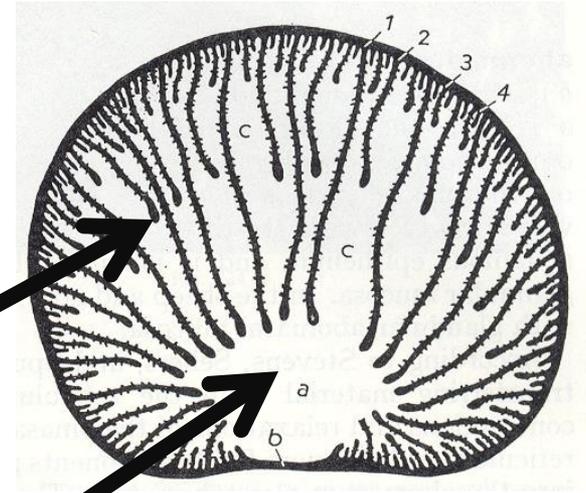
# Pré-estomacs

## ■ Feuillet

### ■ Structure: sphérique

- **Lames parallèles** attachées à la grande courbure  
= **Très grande surface d'absorption**

- **Canal omasal**



Structure interne du feuillet  
« lames ou feuilles »

# Estomac

## ■ Caillette

### = Estomac glandulaire

- Ressemble à estomac des monogastriques
- Sécrétion acide et pepsinogène = **digestion protéique (idem monogastriques)**
- Sécrétion de **lysozyme** qui permet de dégrader les parois bactériennes = **digestion des bactéries du rumen**
- Pylore régule le flux vers le duodénum (**idem monogastriques**)



Structure interne de la caillette  
« replis de muqueuse »

# Plan

- Présentation générale des pré-estomacs
- Structure anatomique et principaux rôles
  - Réseau
  - Rumen
  - Feuillet
  - Caillette
- Motricité
  - **Réticulo-rumen**
    - **Cycle I<sup>aire</sup>**
    - **Cycle II<sup>aire</sup>**
    - Rumination
  - Feuillet
  - Caillette (voir monogastriques)
  - Jeune ruminant et Gouttière œsophagienne
- Régulation de la motricité
  - Cycle I<sup>aire</sup>
  - Cycle II<sup>aire</sup>

# Motricité des estomacs

- Rôles des contractions du **réticulo-rumen**
  1. **Brassage** : augmente le contact des micro-organismes avec les fibres
  2. **Vidange : Transit** vers le feuillet
  3. Évacuation des gaz par **éructation**
  
- Rôles des contractions du **feuillet**
  - Mettre les particules fibreuses au contact des lames
  - Vidange vers la caillette
  
- Rôles des contractions de la **caillette**
  - **Réguler le transit** vers l'intestin

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Contractions du réticulo-rumen

#### □ Rôles

- Brassage
  - Vidange (partielle)
  - Eructation
- } Cycle I<sup>aire</sup>
- } Cycle II<sup>aire</sup>

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle laire

#### □ 1 à 3 fois/min 24h/24

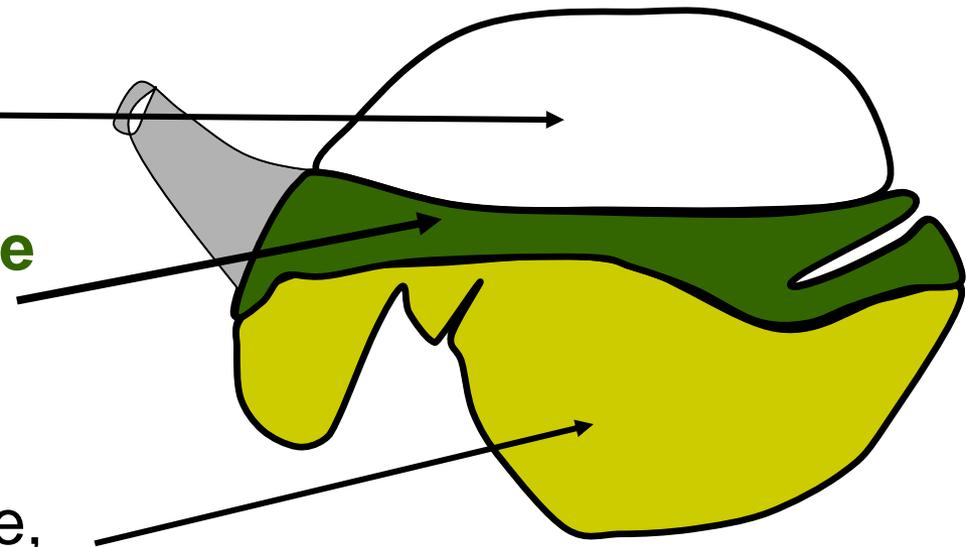
- Fréquence maximale pendant la prise de nourriture
- Fréquence minimale en dehors des repas

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Contenu

- Partie dorsale : **gaz**
- Partie centrale : **langue de fourrage**
- Partie ventrale : **fluides**,  
fourrages saturés en fluide,  
petites particules  
La portion liquidienne a la même  
composition dans le réseau et le rumen



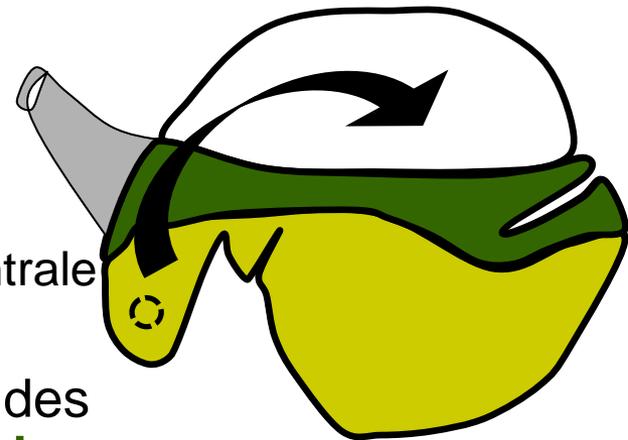
Représentation schématique du contenu du réticulo-rumen

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle laire (schéma général)

- **Brassage** : Le contenu liquidien du réseau est projeté sur la langue de fourrage
  - Apport de microbes au contact des fibres
  - Humidification de la langue de fourrage
  - Percolation : « chute » des petites particules emprisonnées dans les fibres dans la partie ventrale
  
- **Vidange (propulsion)**: Passage de liquide et des petites particules vers le feuillet = ouverture de l'orifice réticulo-omasal



# Motricité des estomacs

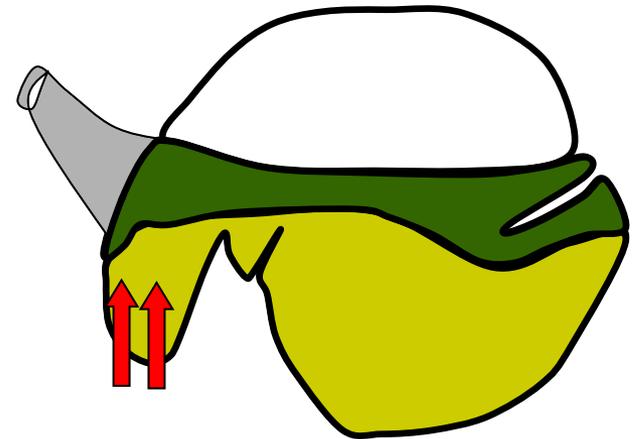
## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle I<sup>aire</sup> (description détaillée des étapes)

Durée totale de 20 secondes

- Contraction **biphasique** du réseau

contraction – relâchement-contraction

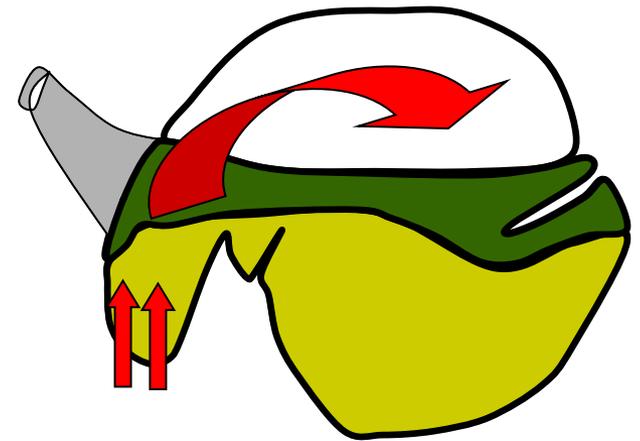


# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle I<sup>aire</sup>

- Contraction biphasique du réseau
- Progression de la contraction dans le sac dorsal vers la partie caudale du rumen



# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycles laire

- Contraction biphase du réseau
- Progression de la contraction dans le sac dorsal vers la partie caudale du rumen
- Retour de la contraction vers l'avant par les **piliers du rumen**



# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

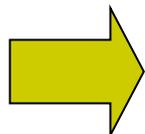
### ■ Cycles laire

- Contraction biphasique du réseau
- Progression de la contraction dans le sac dorsal vers la partie caudale du rumen
- Retour de la contraction vers l'avant par les piliers
- Contraction vers la partie caudale dans le sac ventral (pas toujours présente)



**Contraction en Z**

**Audible à l'auscultation**



# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

- **Cycle II<sup>aire</sup> = éructation**
- Localisation temporelle :
  - Suivent les cycles primaires
  - Toutes les contractions primaires ou toutes les 2 ou 3 contractions primaires  
**Fréquence maximale** après un repas (1 éructation/min)

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle II<sup>aire</sup>

#### □ Eructation

= **Vidange réflexe des gaz** produits par la fermentation dans le réticulo-rumen

- **0.5 à 1L de gaz produit / min** = jusqu'à **700-800 L/j chez la vache**
- Ces gaz sont libérés des fibres lors des brassages et **se regroupent** dans la partie dorsale du rumen

#### □ Gaz éructés

- **CO<sub>2</sub> (2/3)**
  - **Méthane (CH<sub>4</sub>) (1/3)**
  - N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, S
- = **3 à 5 % des émissions mondiales de gaz à effets de serre**

Dromadaire et pollution

**Pour info :** exemple de projet  
Zelp: Zero Emission Livestock Project



Oxydation du méthane expiré en  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$

**Pour info :** exemple de projet

## Ajout de 3- nitrooxy-propanol (3-NOP) dans la ration

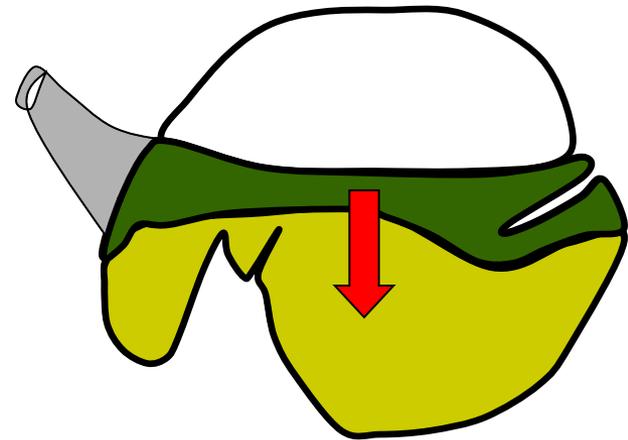
Le 3-NOP inhibe la réduction du  $\text{CO}_2$  par le  $\text{H}_2$  pour former du  $\text{CH}_4$  en ciblant le site actif de la méthyl-coenzyme M réductase dans l'étape terminale de la méthanogénèse dans le rumen.

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle II<sup>aire</sup>

- Contenu liquidien et langue de fourrage sont repoussés ventralement

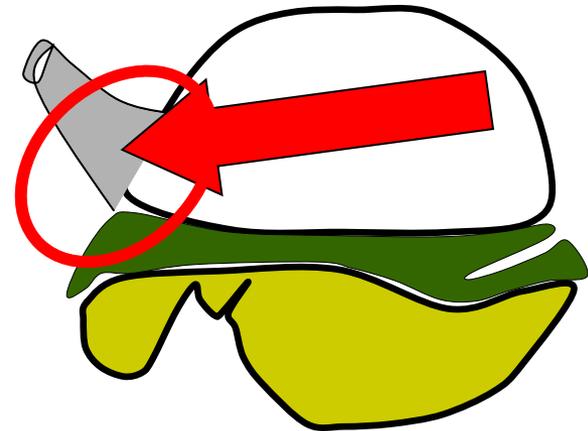


# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle II<sup>aire</sup>

- Contenu liquidien et **langue de fourrage** sont repoussés **ventralement**



- Gaz poussés **de la partie caudale à la partie crâniale** du rumen vers le cardia  
= contraction rétrograde ou caudo-crâniale

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Cycle II<sup>aire</sup> (suite)

- **Ouverture réflexe du cardia** libéré des fibres
- Passage des gaz dans l'œsophage
- Contractions antipéristaltiques
- Ouverture du sphincter œsophagien crânial= Passage dans la cavité buccale
- Fermeture du nasopharynx = **passage impossible** par les cavités nasales
- Glotte ouverte = **Ré-inhalation** d'une grande partie des gaz par passage **dans la trachée** puis expiration

 **Éructation silencieuse**

# Plan

- Présentation générale des pré-estomacs
- Structure anatomique et principaux rôles
  - Réseau
  - Rumen
  - Feuillet
  - Caillette
- Motricité
  - **Réticulo-rumen**
    - Cycle I<sup>aire</sup>
    - Cycle II<sup>aire</sup>
    - **Rumination**
  - Feuillet
  - Caillette (voir monogastriques)
  - Jeune ruminant et Gouttière œsophagienne
- Régulation de la motricité
  - Cycle I<sup>aire</sup>
  - Cycle II<sup>aire</sup>

# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ Motricité associée à la rumination

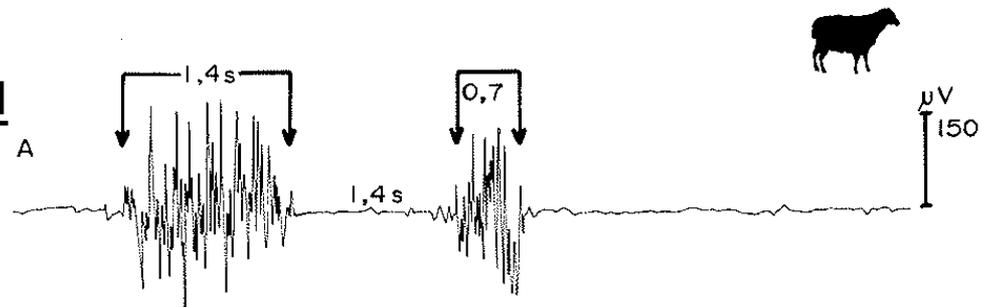
(= seulement pendant les phases de rumination)

- **Extracontraction du réseau** qui se produit juste avant la contraction biphasique débutant un cycle  $I_{aire}$

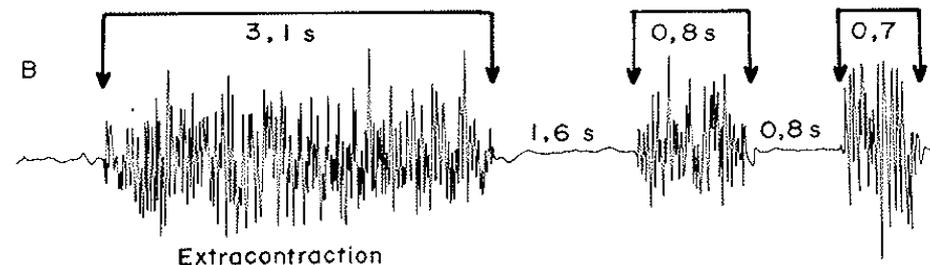
➔ **Synchronisation** des cycles de rumination **sur les cycles  $I_{aires}$**

### Contractions du réseau

Cycle  $I_{aire}$



Extracontraction + Cycle  $I_{aire}$   
lorsque l'animal rumine



# Motricité des estomacs

## 1. réticulo-rumen

### ■ **Motricité associée à la rumination**

(voir cours sur la rumination)

- Extra-contraction du réseau
- Inspiration avec fermeture du nasopharynx
- Ouverture du cardia
- Passage du **contenu digestif** dans l'œsophage
- Contractions **anti-péristaltiques** très rapides
- **Fermeture de la glotte** pour préserver les voies respiratoires

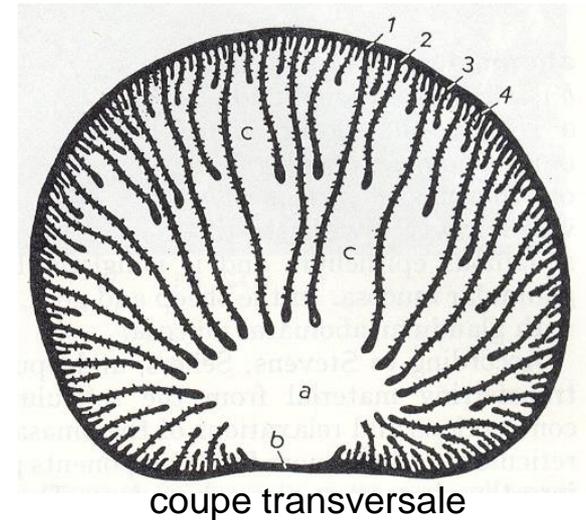
# Plan

- Présentation générale des pré-estomacs
- Structure anatomique et principaux rôles
  - Réseau
  - Rumen
  - Feuillet
  - Caillette
- Motricité
  - **Réticulo-rumen**
    - Cycle I<sup>aire</sup>
    - Cycle II<sup>aire</sup>
    - Rumination
  - Feuillet
  - Caillette (voir monogastriques)
  - Jeune ruminant et Gouttière œsophagienne
- Régulation de la motricité
  - Cycle I<sup>aire</sup>
  - Cycle II<sup>aire</sup>

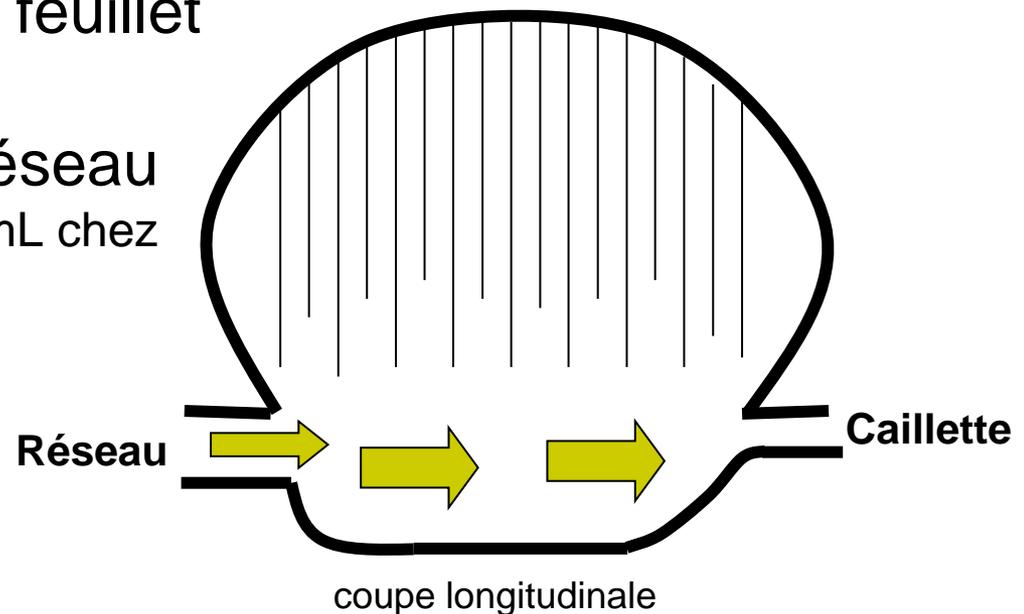
# Motricité des estomacs

## 2. feuillet

- Ouverture de l'**orifice réticulo-omasal** lors de la **contraction biphasique du réseau = Vidange du RR**



- Relâchement du canal du feuillet
- Passage de contenu du réseau au feuillet (environ 150 à 200 mL chez une vache)

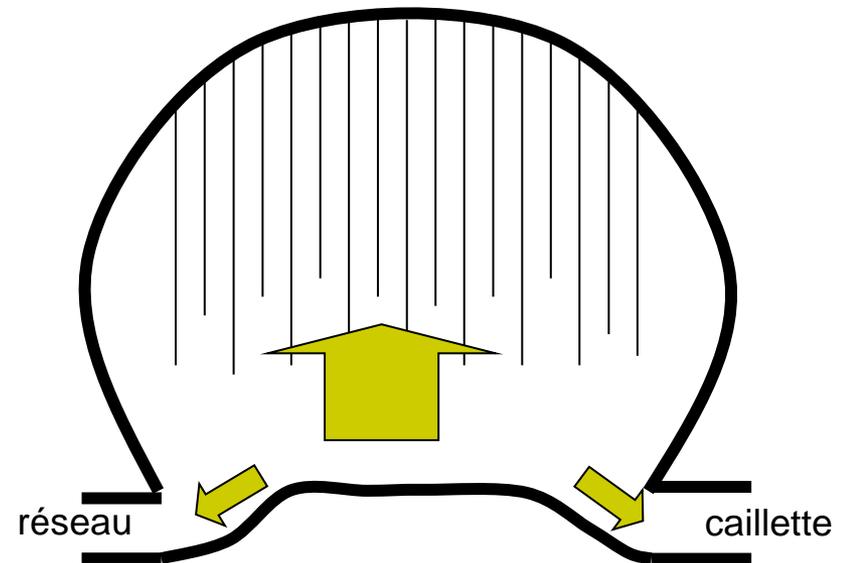


# Motricité des estomacs

## 2. feuillet

### ■ Contraction du canal

- **Propulsion** du contenu vers les lames
- **Absorption** d'acides gras volatils, eau et électrolytes
- Reflux des plus grandes particules vers le réseau
- Passage de liquide directement vers la caillette

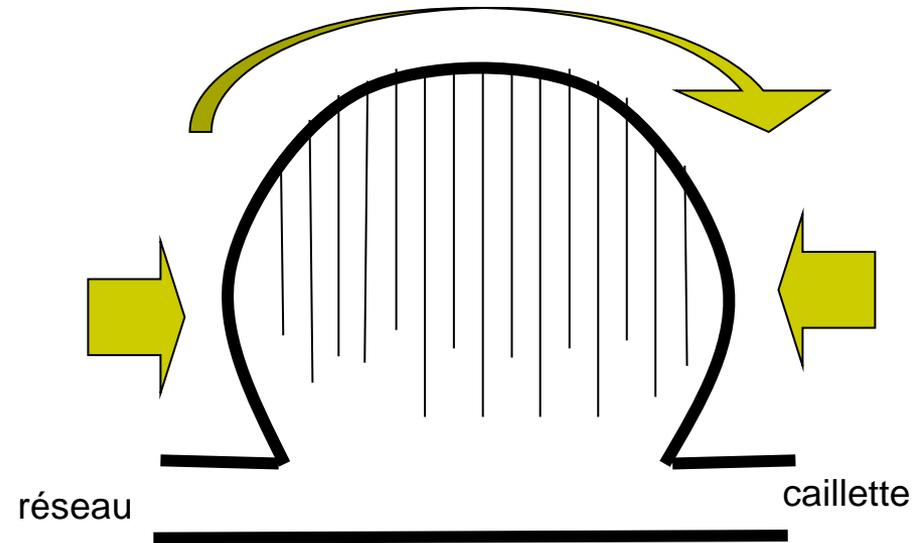


# Motricité des estomacs

## 2. feuillet

- **Contraction lente du corps dans le sens oral-aboral**

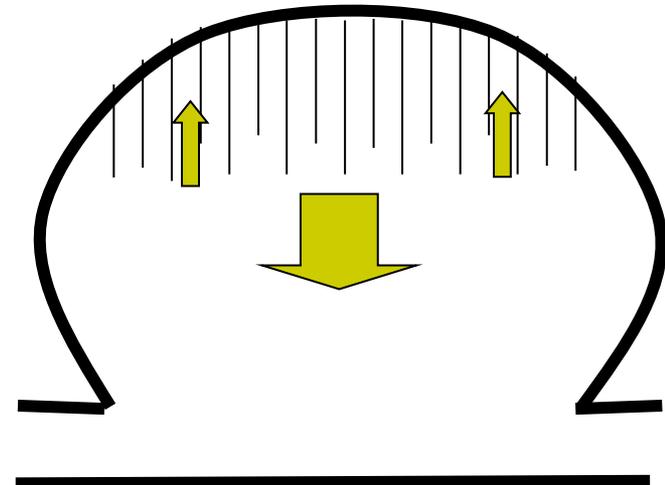
- Essorage
- **Passage du liquide rapide vers la caillette**



- **Contraction des lames du bord libre vers la paroi**

= 3 fois par jour

- Retombée des galettes de particules
- **Passage lent des particules solides vers la caillette**



# Motricité des estomacs

## 3. caillette

### ■ Contractions péristaltiques

Physiologie (contractions musculaires et sécrétion d'enzymes)  
similaire à l'estomac des monogastriques



Voir cours « motricité de l'estomac chez les monogastriques »

# Plan

- Présentation générale des pré-estomacs
- Structure anatomique et principaux rôles
  - Réseau
  - Rumen
  - Feuillet
  - Caillette
- Motricité
  - **Réticulo-rumen**
    - Cycle I<sup>aire</sup>
    - Cycle II<sup>aire</sup>
    - Rumination
  - Feuillet
  - Caillette (voir monogastriques)
  - **Jeune ruminant et Gouttière œsophagienne**
- Régulation de la motricité
  - Cycle I<sup>aire</sup>
  - Cycle II<sup>aire</sup>

# Motricité des estomacs

**IMPORTANT +++**



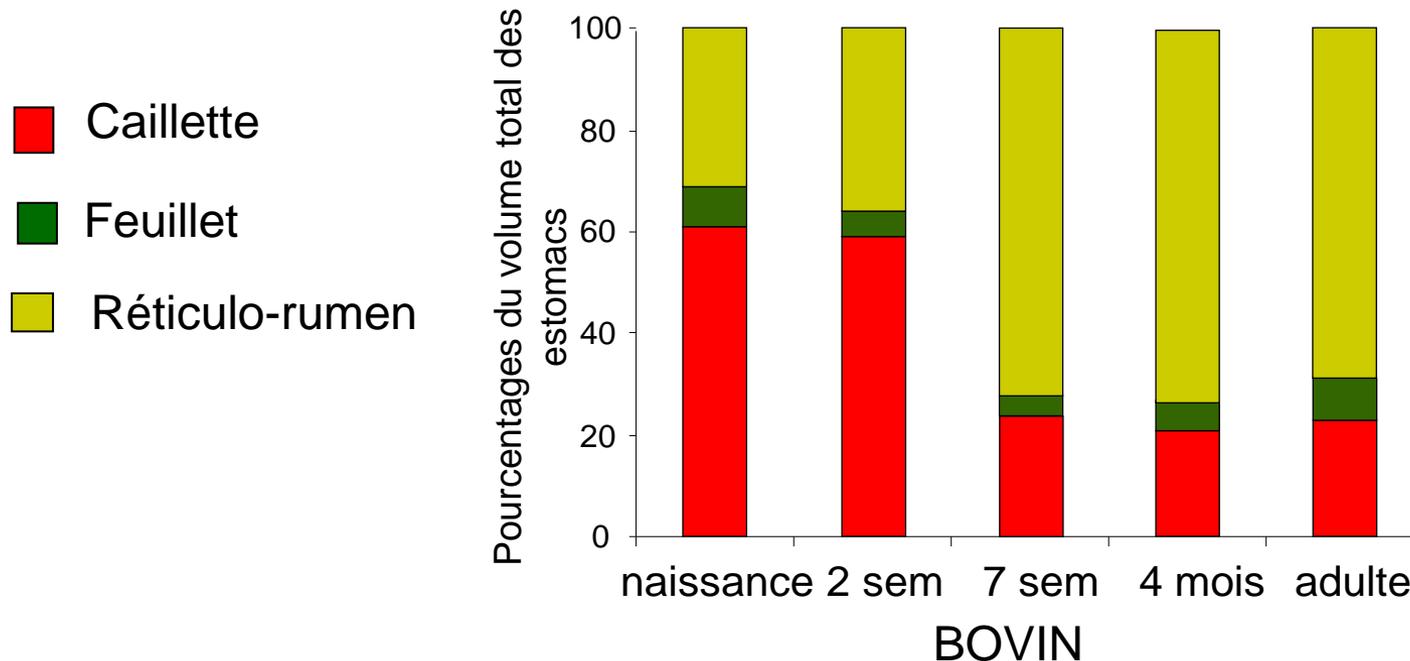
Le **jeune ruminant** a une physiologie digestive proche de l'**animal monogastrique**

# Motricité des estomacs

## 4. rôle de la gouttière oesophagienne

### ■ Développement des pré-estomacs

- Pré-estomacs très peu développés à la naissance
- Passage de monogastrique à polygastrique

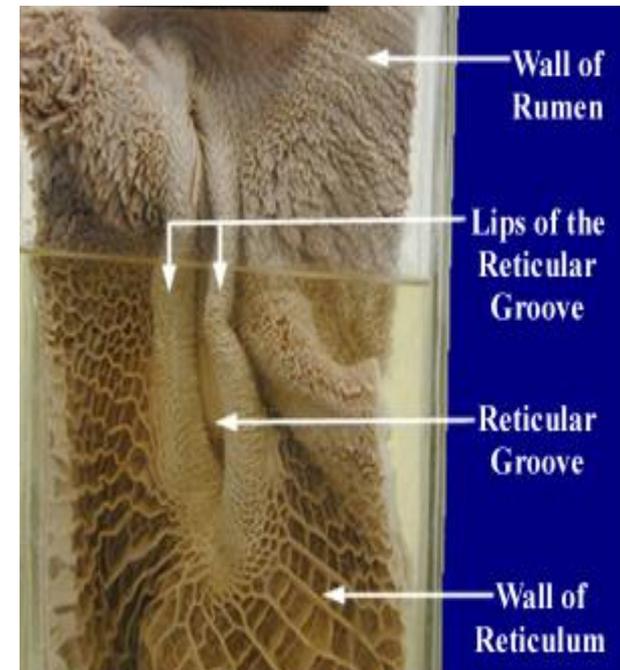
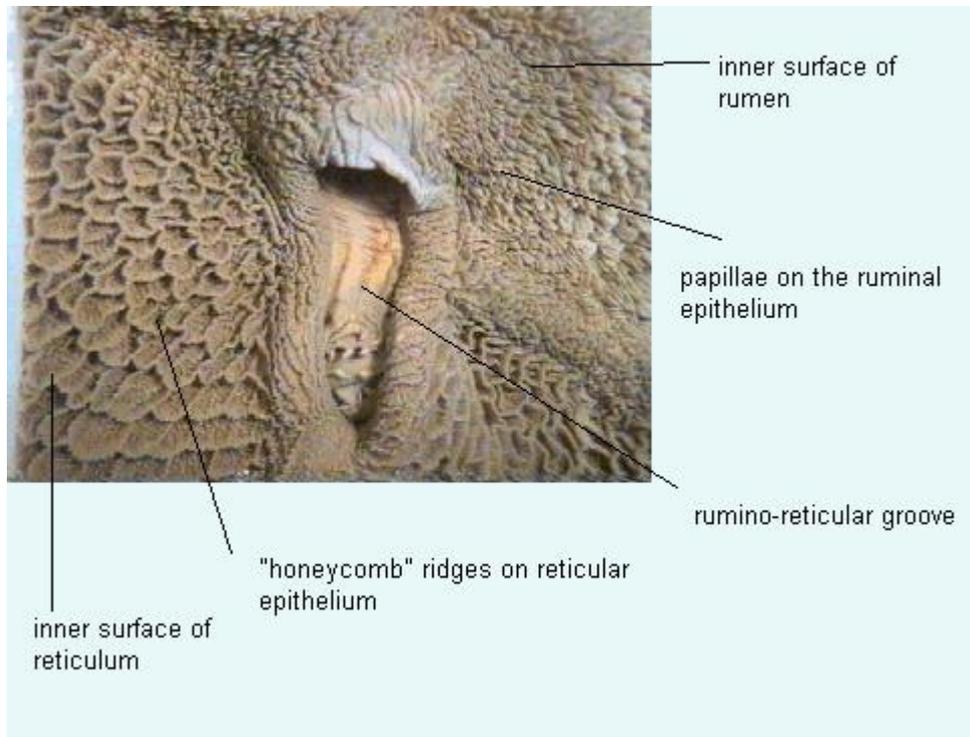


# Motricité des estomacs

## 4. rôle de la gouttière oesophagienne

- Replis de muqueuses qui forme une rigole (ou gouttière)

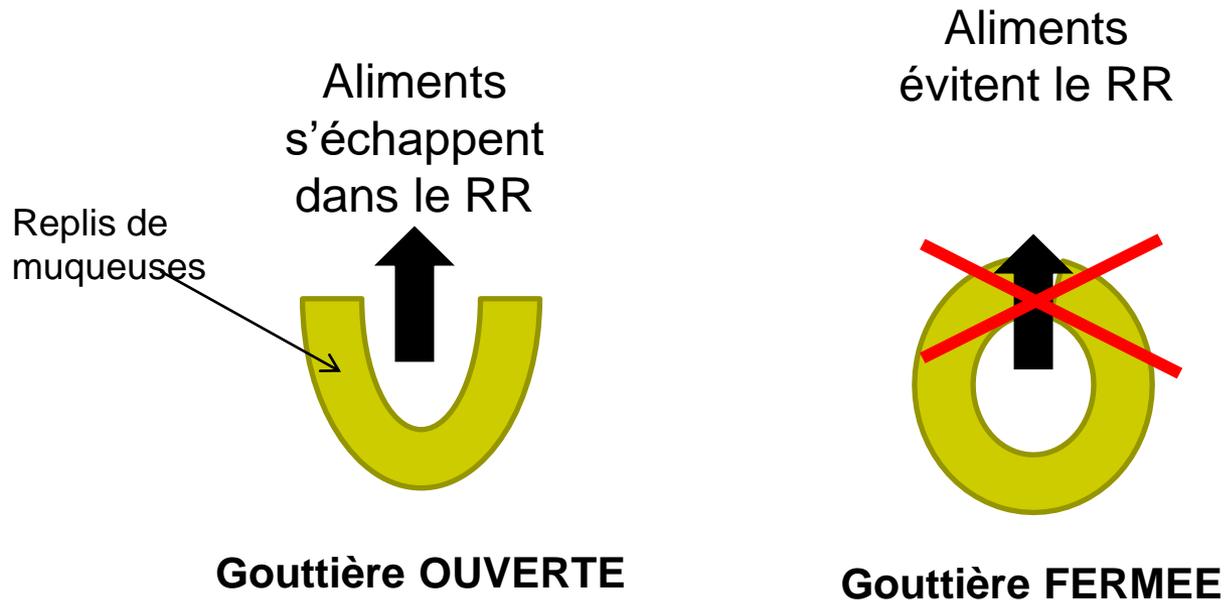
*Reticular groove en anglais*



# Motricité des estomacs

## 4. rôle de la gouttière oesophagienne

- La gouttière peut se fermer pour **former un « tuyau »** de l'œsophage au feuillet



# Motricité des estomacs

## 4. rôle de la gouttière oesophagienne

- **Passage DIRECT de l'œsophage à la caillette**  
Lait évite le réticulo-rumen et donc ne subit pas de fermentation
- **Fermeture** réflexe chez le jeune lors de la tétée
- La gouttière reste ouverte en dehors des repas
- Remarque : Si la caillette est distendue, **pas de fermeture** de la gouttière oesophagienne

# Motricité des estomacs

## 4. rôle de la gouttière oesophagienne

### ■ Réflexe de fermeture

- par système nerveux parasymphatique (nerf vague)
- à partir de stimulation **de récepteurs situés dans la cavité buccale** et au niveau du pharynx

### ■ Fermeture

- Âge de moins de 3 semaines > plus de 3 sem
- Lait > eau
- Tétée > buvée

### ■ Lorsque le jeune s'alimente de lait et de fourrage

- Lait **entraîne** une fermeture
- Fourrage **n'entraîne pas** de fermeture



# Motricité des estomacs

## 4. rôle de la gouttière oesophagienne

- Fermeture **chez l'adulte exceptionnelle**
  - lors de déshydratation sévère
  - lors d'administration orale de certains ions

# Plan

- Présentation générale des pré-estomacs
- Structure anatomique et principaux rôles
  - Réseau
  - Rumen
  - Feuillet
  - Caillette
- Motricité
  - **Réticulo-rumen**
    - Cycle I<sup>aire</sup>
    - Cycle II<sup>aire</sup>
    - Rumination
  - Feuillet
  - Caillette (voir monogastriques)
  - Jeune ruminant et Gouttière œsophagienne
- Régulation de la motricité
  - **Cycle I<sup>aire</sup>**
  - **Cycle II<sup>aire</sup>**

# Régulation de la motricité du RR (cycles l<sup>aires</sup>)

## ■ **Facteurs** de variation de la fréquence des cycles l<sup>aires</sup>

### □ **Alimentation (fibrosité de l'aliment)**

- foin: 1400 contractions /24 h
- herbe : 1200 contractions/ 24 h
- céréales : 800 contractions / 24 h

□ Age : les contractions du réseau apparaissent dès 48 h

□ Espèce (1200 contractions /24 h chez les bovins et 1600 contractions /24 h chez les ovins)

□ Race

# Régulation de la motricité

Stimulation

Récepteurs  
situés sur les  
organes  
digestifs

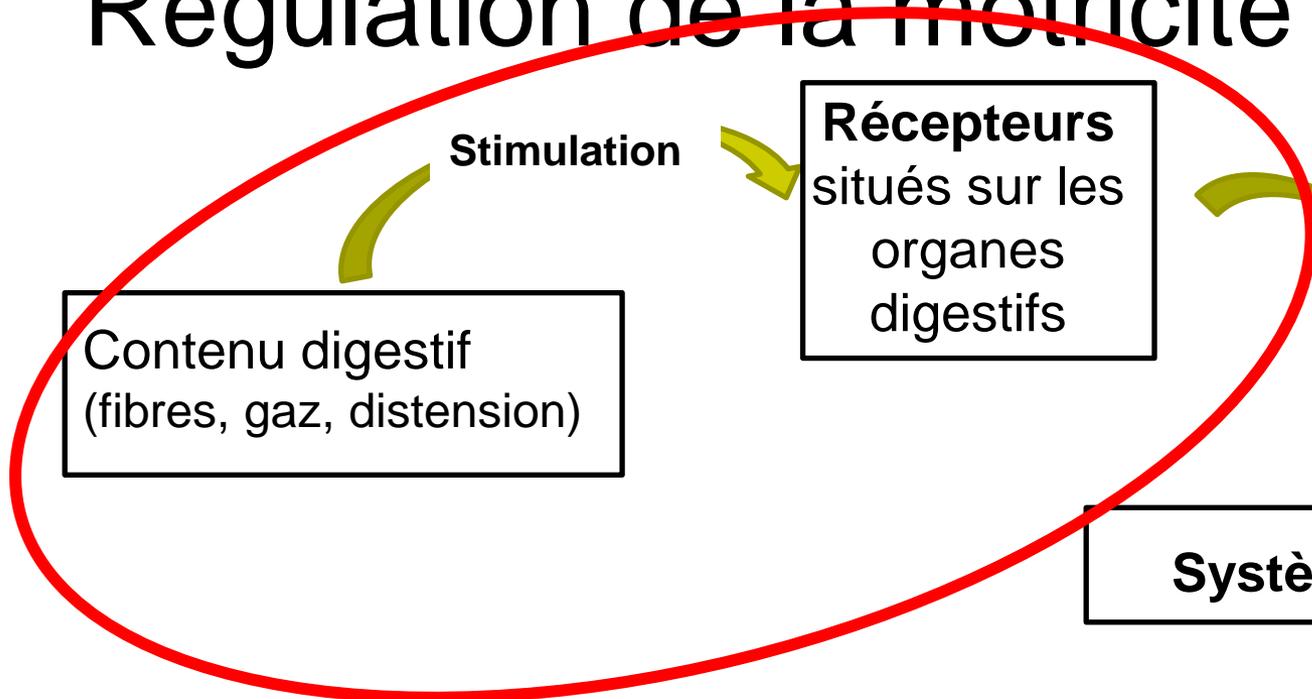
Contenu digestif  
(fibres, gaz, distension)

Système nerveux central

Nerf Vague ou  
système nerveux sympathique

Musculature des  
organes digestifs

Augmentation ou diminution  
de la motricité



# Régulation de la motricité

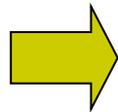
- Types de récepteurs permettant la régulation des contractions
  - **Mécanorécepteurs**
  - **Tensorécepteurs**
  - **Epithéliorécepteurs**

# Régulation de la motricité

## ■ Régulation des contractions

□ **Mécanorécepteurs** autour des dents dans la cavité buccale

- Excitation par la mastication lors de la **prise de nourriture** et de la **ruminantion**



**Augmentation** des contractions du RR

# Régulation de la motricité

## ■ Régulation des contractions

□ **Tensorécepteurs** dans la couche musculaire

■ Au niveau du réticulo-rumen

➡ **Distension = Augmentation** des contractions du RR

**ATTENTION** lors de distension trop importante :  
inhibition de la motricité

■ au niveau **du feuillet, caillette ou duodénum**

➡ **Distension = Inhibition** des contractions du RR

# Régulation de la motricité

## ■ Régulation des contractions

### □ **Épithéliorécepteurs** sur les pré-estomacs

- Très sensibles à stimuli **mécaniques tactiles** légers (**fibres**)

➡ **Augmentation** des contractions

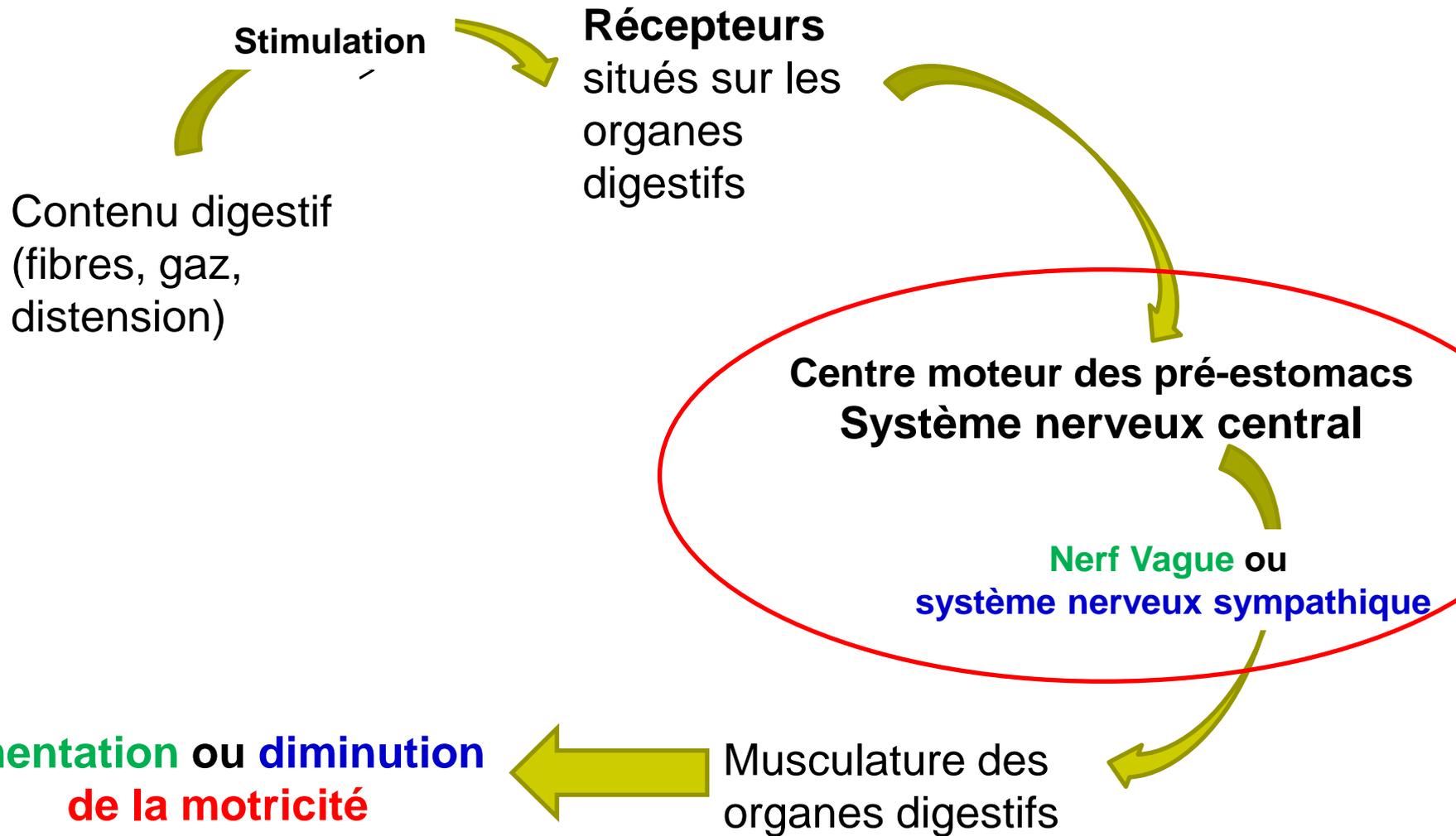
- Sensibles aux stimuli **chimiques** et surtout **acides**

➡ **Inhibition des contractions = stase ruminale**

lors d'acidité trop importante

(exemple : ration riche en amidon)

# Régulation de la motricité

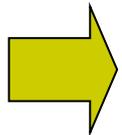


# Régulation de la motricité

- Innervation des muscles par  **Système nerveux parasympathique** (nerf vague) commande la motricité
- **Système nerveux sympathique** inhibe la motricité
- **Système nerveux intrinsèque** permet seulement des contractions locales non organisées (voir cours général sur la motricité digestive)

# Régulation de la motricité

- Contractions coordonnées par le **centre moteur des pré-estomacs** dans le noyau du **nerf vague**
  - Lors de **bi-vagotomie** : mouvements de la paroi **non coordonnés** induits par le **système nerveux intrinsèque** qui entraînent la **mort**
  - Lors d'inhibition chimique du système parasympathique par l'atropine : arrêt temporaire de la motricité
  - **Inhibition de la motricité lors d'Anesthésie générale** (inhibition du centre moteur des pré-estomacs)



**Inhibition prolongée de la motricité entraîne la mort**

# Régulation de la motricité

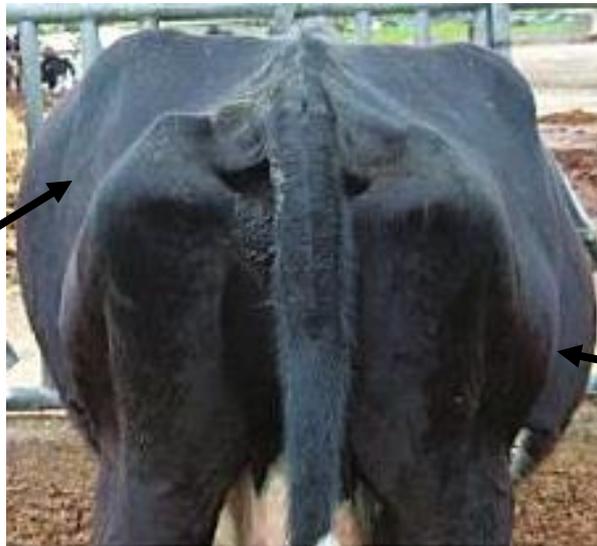
## ■ Altération prolongée de la motricité

➔ **Syndrôme d'Hoflund** décrit en 1940 après section du n. vague

Causes : très fréquemment réticulopéritonite + autres pathologies conduisant à

- Obstruction de l'orifice réticulo-omasal
- Obstruction du cardia
- Impaction/torsion de la caillette

**Forme de pomme**



**Forme de poire**

# Régulation de la motricité (cycles II<sup>aires</sup>)

## ■ Régulation de l'**éructation** similaire à celle des cycles I<sup>aires</sup>

□ **Tensorécepteurs** dans la **partie caudale dorsale** du rumen

■ Excitation des récepteurs par **distension** (légère)

➔ **Augmentation** de l'éructation

□ **Absence d'éructation**

■ si le cardia est recouvert de contenu digestif

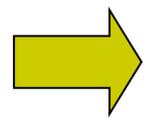
■ si les gaz ne sont pas libérés du contenu liquidien (mousse = **météorisation spumeuse**)

■ lors d'obstruction de l'œsophage

# Régulation de la motricité

## ■ Régulation de l'éructation

- Absence d'éructation = **météorisation** (tympanisme ruminal)

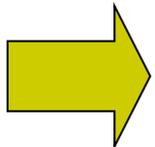


Dilatation excessive du rumen  
Danger de mort par étouffement



# Conclusion

- Ruminants se sont adaptés à la digestion des fibres
  - Fermentation microbienne dans les pré-estomacs
  - Rumination
  
- Motricité des pré-estomacs permet d'optimiser la digestion des fibres
  - Brassage
  - Transit
  - Eructation
  - Rumination



**Motricité du réticulo-rumen et rumination  
= signes de bonne santé chez les ruminants**