

4. L'étape buccale de la digestion

La cavité orale et ses annexes sont organisées pour assurer la préhension des aliments et pour les préparer à la **déglutition** par l'action de la **mastication**. Pendant cette première étape, les qualités **organoleptiques** des aliments sont appréciées. Parallèlement, une série de réflexes sécrétoires sont déclenchés au niveau du tube digestif et de ses glandes annexes pour préparer la digestion.

4.1. *Préhension des aliments*

La préhension des aliments est l'action par laquelle les aliments sont introduits dans la cavité buccale. La préhension et l'ingestion des aliments présentent une grande variabilité interspécifique.

Chez la **vache**, l'ingestion des aliments occupe environ 8h par jour. Ce temps est influencé par la qualité des aliments (10h pour des fourrages grossiers). La préhension des aliments est assurée par la **langue**, les **incisives** (inférieures). La langue est très mobile chez les bovins. La touffe d'herbe est saisie par la langue qui possède de nombreuses papilles linguales capables d'agripper l'herbe. La touffe est coupée par les incisives qui s'appuient sur le **bourrelet gingival** supérieur, une opération favorisée par un léger **recul de la tête**. Cette modalité de collecte est peu sélective sur le plan nutritionnel et elle favorise l'ingestion de corps étrangers.

Chez les **ovins**, la **lèvre supérieure est fendue** (alors qu'il y a un **mufler** chez les bovins), ce qui permet de tondre l'herbe beaucoup plus ras. Le mouton sélectionne l'herbe ingérée. Chez les bovins le bol alimentaire a la même composition que la prairie sur laquelle il pâture alors que celui des ovins est plus riche en protéines et moins riche en cellulose. Les ovins n'ingèrent pas de corps étrangers. Dans les conditions naturelles les **chèvres** peignent les arbustes (elles se dressent sur leurs membres postérieurs). La chèvre ingère beaucoup de feuilles, de baies, ... c'est-à-dire potentiellement beaucoup de xénobiotiques dangereux d'où un foie ayant de très fortes capacités métaboliques pour exercer un effet de premier passage protecteur pour l'animal.

Le **cheval** ingère ses aliments 12h/jour ; **c'est un besoin comportemental qui doit être satisfait** (en offrant des boxes paillées si le régime alimentaire est à base de

granulés). La non satisfaction de ces besoins participe à l'occurrence des ulcères de l'estomac. Les lèvres du cheval jouent un rôle essentiel pour attirer l'herbe dans la cavité buccale, qui sera sectionnée par les incisives.

Le **porc** (conditions naturelles) utilise son **groin** (nez) pour fouir. En élevage il se sert davantage de sa langue car les aliments sont souvent distribués sous forme liquide et le porc "boit".

Les **chiens** et **chats** saisissent avec leurs pattes les proies et en arrache des fragments.

4.2. Protection contre l'ingestion des xénobiotiques alimentaires

Les mammifères doivent se protéger vis-à-vis des dangers représentés par les xénobiotiques dangereux contenus essentiellement dans les plantes. Les mécanismes de protection sont :

- **Comportementaux**
 - Néophobie individuelle (enfants) ou collective (rat, pigeon)
- **Sensoriels**
 - Goût (palatabilité, amertume des alcaloïdes...)
 - Odeur putride pour les carnivores
 - Vue (cheval)
- **Régurgitation (vomissement)**
 - carnivores
- **Imperméabilité intestinale aux molécules hydrosolubles**
 - pas de diffusion passive
 - mécanisme actif pour l'absorption des molécules hydrosolubles d'intérêt qui sont hydrolysées (monosaccharides, vitamines)
- **Effet de premier passage intestinal et hépatique**
 - Pompe à efflux (P-glycoprotéines ou PgP) des entérocytes
 - foie.

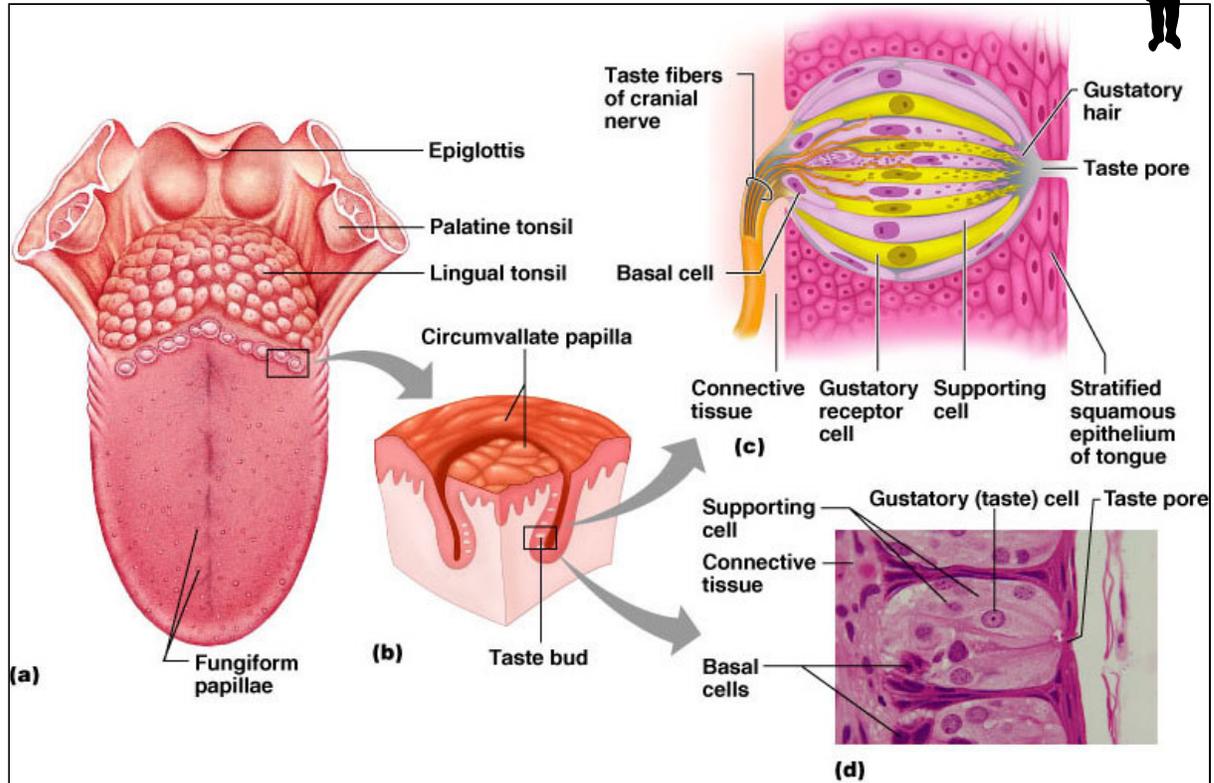
4.3. La langue

La langue est un organe **muscleux** très **mobile**, recouverte d'une muqueuse rose toujours humide. Elle forme le plancher de la cavité orale. Elle est couverte de **papilles** qui possèdent des **bourgeons du goût** (figures 4.1 et 4.2). La langue participe à la mastication en replaçant les aliments sous les **tables dentaires**. Elle mélange l'aliments à la salive pour les transformer en un bol alimentaire (bolus = morceaux). Au moment de la déglutition, la langue propulse le bol alimentaire en arrière dans le **pharynx**. La langue est constituée de deux types de muscles : intrinsèques et extrinsèques (ces derniers permettent de modifier la position de la langue).

Le **frein de la langue** (situé sous la face inférieure de la langue) maintient la langue sur le plancher et évite ses mouvements vers l'arrière (le cheval de course peut "avalier sa langue"). La langue participe à la **vocalisation**. La langue est l'organe support du goût. Les bourgeons du goût sont sensibles à 4 types de goûts : amer, sucré, salé, acide. Le manque de diversité des saveurs est compensé par l'olfaction.

L'agueusie est l'absence totale de goût et la **dysgueusie** est une altération du goût. De nombreux médicaments altèrent le goût (inhibiteur de l'enzyme de conversion ou IEC, diurétiques...).

Figure 4.1. : La langue et les bourgeons du goût

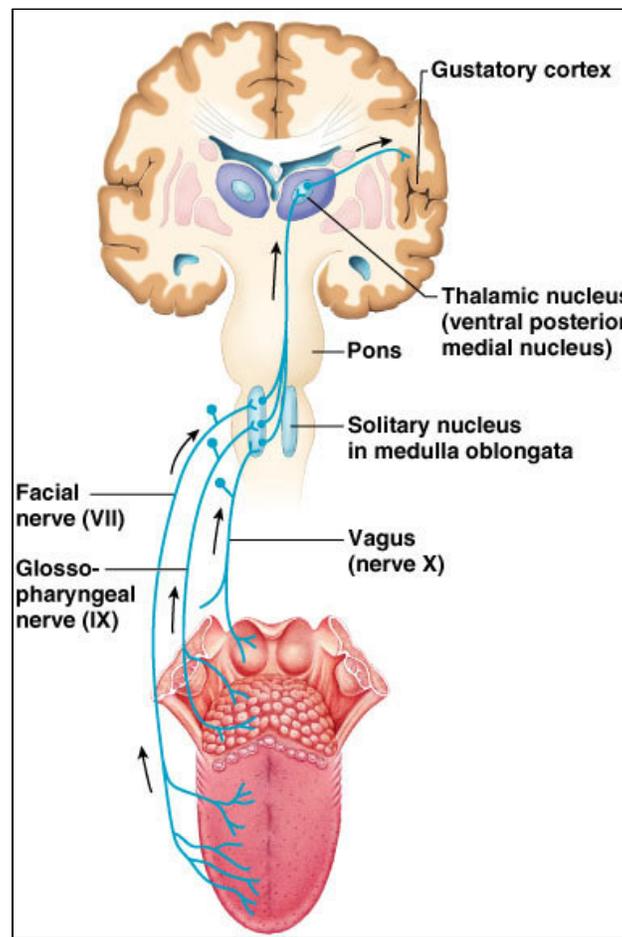


Les capacités sensorielles en matière de goût et d'olfaction sont nécessaires au tri sélectif des aliments. A cela s'ajoute d'autres perceptions sensorielles (texture, température...) qui participent globalement à la construction du "goût". Le goût est perçu grâce aux bourgeons du goût (papilles fungiformes) (taste buds) situés dans la bouche notamment les papilles circumvallées qui forment un V sur la face postérieure de la langue. Les bourgeons du goût possèdent des récepteurs (cellules gustatives) capables de différencier les composés (notamment le sodium, le potassium, le chlore, l'adénosine, l'inosine, le sucré, l'amer, le glutamate et l' H^+). Par simplicité ces différents récepteurs ont été regroupés par rapport aux sensations primaires auxquelles ils donnent naissance (salé, sucré, aigre, amer). Les goûts perçus résultent de la combinaison de sensations élémentaires. Le goût acide est proportionnel au logarithme de la concentration en H^+ ; le goût salé est surtout lié au Na^+ mais aussi aux autres anions ; le goût sucré est déclenché par de nombreux composés (sucres, alcool, cétones, certains acides aminés, petites protéines...) ; l'amer est donné par une diversité de composés organiques dont les alcaloïdes (caféine...) et de nombreux médicaments. De nombreuses toxines sont amères ce qui permet d'éviter d'ingérer les aliments qui en contiennent. Le seuil de déclenchement à l'amer peut être très faible (jusqu'à $8 \cdot 10^{-5} M$ pour la quinine) ce qui participe à la protection de l'animal contre les plantes toxiques.

Les bourgeons du goût sont situés majoritairement sur la langue mais on peut en retrouver au-delà jusqu'à l'œsophage. Les bourgeons du goût (1/30 mm de diamètre)

contiennent environ 50-150 cellules modifiées. Les cellules du goût se renouvellent en permanence (cycle de vie de 10 jours). Un bourgeon s'ouvre sur la langue par un pertuis (taste pore) qui laisse passer les terminaisons (microvillosités) des cellules gustatives ce qui leur donne accès au contenu buccal. Les cellules forment des synapses avec des neurones remontant vers le SNC. Les cellules du goût se dépolarisent sous l'action des substances (potentiel de récepteur) avec l'ouverture des canaux ioniques spécifiques. Cela génère l'influx nerveux. Les neurones issus des bourgeons des 2/3 antérieurs de la langue rejoignent le nerf lingual puis le facial (via la corde du tympan) pour gagner le tractus solitaire du tronc cérébral. Les neurones issus des papilles postérieures sont innervés par le glosso-pharyngien (9^{ème} paire), les papilles circumvallées sont innervées par le X via une branche du IX. Du noyau du tractus solitaire part un neurone secondaire (fig. 4.2.)

Figure 4.2. Voies de transmission des signaux gustatifs. Les bourgeons du goût sont innervés par le VII (facial), le IX (glosso-pharyngien) et le X (vagale). Le neurone primaire remonte dans le tronc cérébral et fait synapse avec un neurone secondaire dans le noyau du tractus solitaire. Le neurone secondaire gagne le thalamus (noyau ventro-médial postérieur). Le neurone tertiaire gagne le cortex cérébral gustatif. A partir du noyau du tractus solitaire, certains neurones partent directement vers les noyaux salivaires.



4.4. La mastication

La mastication est la première étape mécanique de la digestion et c'est une particularité des mammifères. Chez les oiseaux, il n'y a pas de dents mais un **bec** et la première étape mécanique se déroule dans le gésier. La forme du bec est adaptée au régime alimentaire de l'oiseau.

La mastication est assurée par les **dents** (prémolaires et molaires) avec une mâchoire inférieure mobilisée par les muscles masticatoires (**masséters et temporaux**) et la langue qui place les aliments sur les tables dentaires. La mastication fait subir aux aliments une déformation (**acquisition d'une plasticité**) ce qui facilite la déglutition et ultérieurement, l'attaque par les sucs digestifs et/ou l'activité fermentaire. La mastication joue un rôle majeur chez les ruminants et le cheval. Elle est plus limitée chez les carnivores.

Chez les **ruminants**, la mastication des aliments se fait en 2 temps : rapidement au cours de l'ingestion et plus soigneusement au cours de la rumination (activité **merycique**). Une vache donne 40 000 coups de mâchoire par jour (30 000 pendant la rumination, 10 000 pendant la prise de nourriture). L'objectif de la mastication est de **réduire la taille des particules alimentaires** pour faciliter les fermentations microbiennes et le passage par l'orifice réticulo-omasal (ORO).

Chez le **cheval**, les dents forment des "râpes" (figure 4.3) d'où la nécessité de les entretenir pour éviter la pousse de "surdents".

Chez les **carnivores**, la mastication est sommaire et elle a souvent pour rôle d'écraser les os.

La mastication implique la mobilité mandibulaire qui forme avec le maxillaire supérieur un système de pince dentée.

L'ouverture volontaire de la bouche se fait sous l'action du **muscle digastrique** (grêle) alors que la **fermeture** exige des muscles puissants (**masséters, temporaux**) bien fixés sur l'hypophyse zygomatique (surtout chez les prédateurs qui transportent leurs proies).

Chez les **rongeurs**, il y a également des mouvements de **glissement** antéropostérieurs (**action de ronger**).

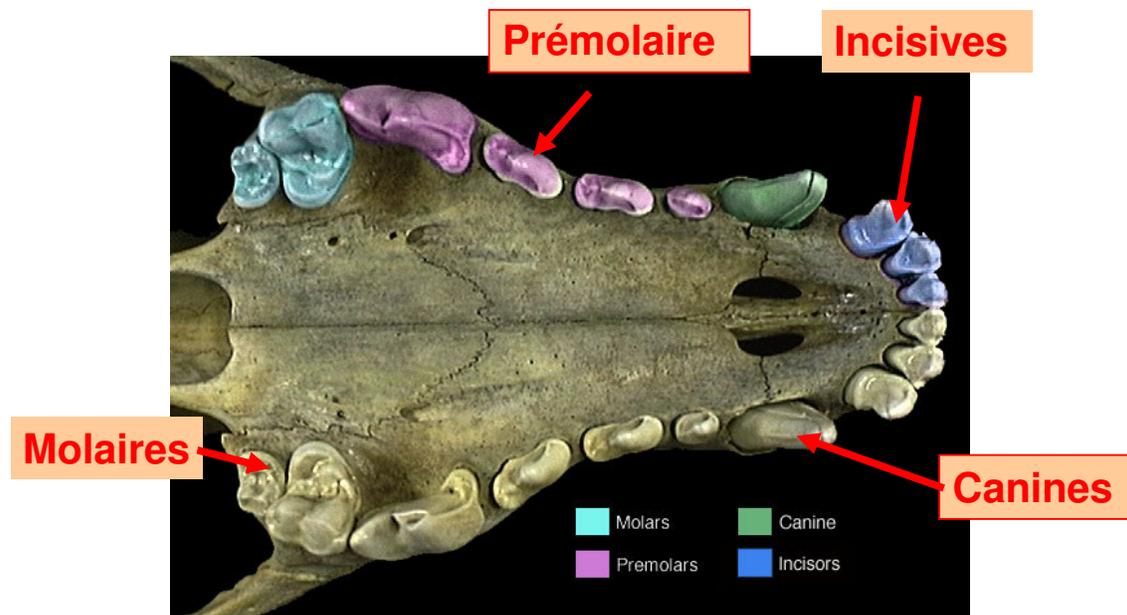
Figure 4.3 : *Les molaires de cheval avec les cuspides et cornets forment une véritable râpe. La croissance continue des dents peut entraîner la formation de "sur dents" qui peuvent gêner la mastication et même entraîner une réduction importante de l'ingestion des aliments par impossibilité d'une mastication adéquate.*



4.5. Les dents

L'appareil dentaire (fig. 4.4) est l'une des meilleures adaptations des mammifères homéotherme (nécessité de couvrir avec efficacité les besoins énergétiques). Les dents ont évolué pour répondre aux spécificités des différents régimes alimentaires (capture des proies, collecte d'aliments, mastication).

Figure 4.4. : *Les quatre types de dents*



La dent est formée par des structures de duretés différentes (**émail, ivoire**) qui vont permettre diverses adaptations morphologiques (ex. râpe, voir le cours d'anatomie).

Les **incisives** jouent un rôle dans la préhension des aliments (ruminants, cheval), dans la découpe en morceaux des aliments (rôle de ciseau à bois) comme chez les rongeurs et les omnivores. Chez le lapin les incisives sont à croissance continue (canal dentaire persistant) avec de l'émail uniquement en face dorsale. Il y a des risques de croissance excessive et de malocclusion. Les incisives peuvent être séparées des autres dents par un espace interdentaire nommé **diastème** (ou **barre**) comme chez le cheval ou le lapin.

Les **canines** jouent un rôle dans la collecte des aliments (défense de l'éléphant, saisissement de la proie, fouissage chez le sanglier).

Les **prémolaires** assurent le travail mécanique de transformation des aliments : découpage chez les carnivores, râpage chez les bovins et le cheval. Les omnivores pétrissent les aliments. La mastication transforme l'état physique des aliments (déformation par fatigue), les aliments devenant plastiques ou fluides, une condition nécessaire à la déglutition.

4.6. Préhension des liquides

La préhension des liquides se fait par **succion, pompage, aspiration** ou **lapement**.

La **succion** : est la méthode des nouveau-nés. La langue fonctionne comme un piston en créant un vide en arrière qui attire le lait (pas d'intervention du système respiratoire ce qui permet aux cétacés de boire sous l'eau)

Le **pompage** : les ruminants et le cheval pompent l'eau. La langue fonctionne comme le piston d'une seringue en créant un vide dans la partie antérieure de la cavité buccale.

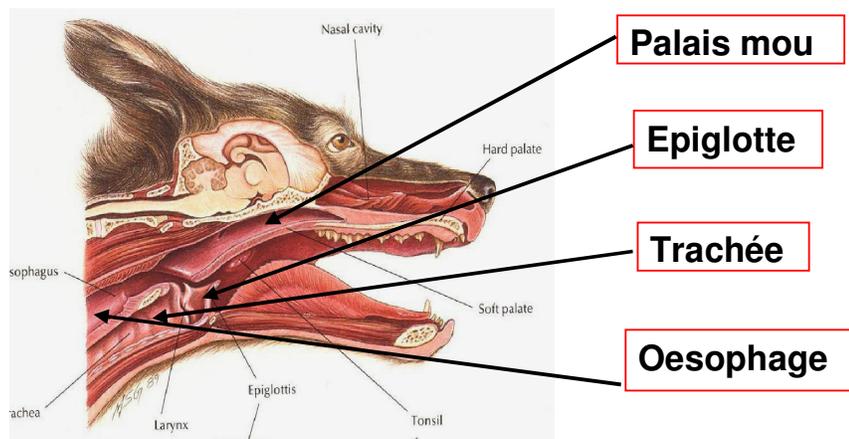
L'**aspiration** : le porc aspire après avoir plongé l'extrémité de son groin dans l'eau. Il réalise un orifice avec ses lèvres et l'eau remonte par aspiration (implication de l'appareil respiratoire) ; la commissure labiale étant très postérieure, l'aspiration est bruyante.

Le **lapement** (chien, chat) : la langue forme à son extrémité une cuillère qui ramène les liquides dans la bouche (l'ouverture de la gueule est trop grande pour que les carnivores puissent la plonger dans l'eau sans obstruer leurs narines).

4.7. La déglutition

Après avoir été mastiqués, les aliments forment un **bol** (du grec bolus : bouchée, morceau) qui sera dégluti. La déglutition est **l'acte réflexe** par lequel les aliments contenus dans la bouche sont propulsés vers l'estomac via l'oesophage. Ce passage se fait par le **carrefour bucco-pharyngé** (fig. 4.5), ce qui implique une coordination des différents évènements pour éviter une **fausse déglutition** (passage du bol vers la trachée et non l'oesophage). Comme pour le reste du tube digestif, la "**loi de l'intestin**" s'applique à la déglutition à savoir qu'une contraction en amont est associée à un relâchement en aval. On reconnaît trois étapes dans la déglutition : les étapes **orale, pharyngienne et oesophagienne**.

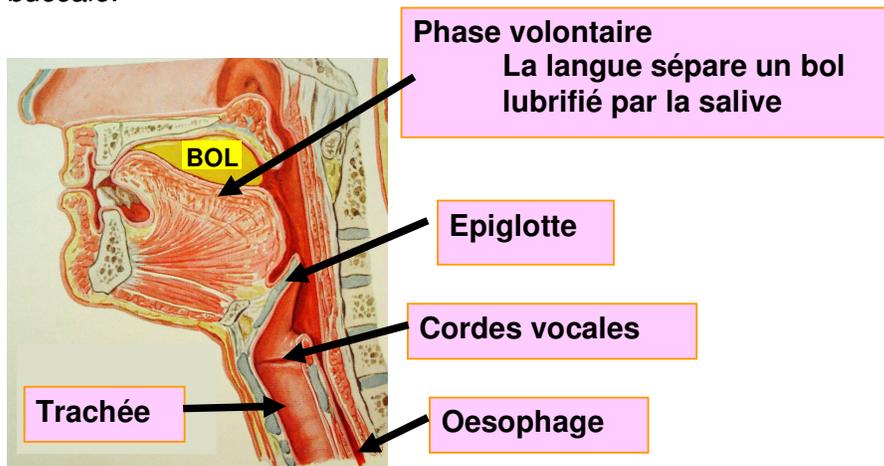
Figure 4.5 : Le carrefour bucco-pharyngé. Le bol alimentaire doit passer sans encombre le carrefour buccopharyngé pour arriver dans l'oesophage et non la trachée.



○ L'étape orale

La langue (extrémité orale) sépare le bol, c'est-à-dire la fraction qui sera déglutie, du reste des aliments. Elle se colle sur la **voûte du palais** et la mâchoire se ferme ainsi que les lèvres (fig. 4.6).

Figure 4.6 : la déglutition, étape buccale. La langue sépare le bol de la cavité buccale.



○ **L'étape pharyngienne**

La deuxième étape (pharyngienne) est initiée lorsque le bol touche la muqueuse pharyngienne et déclenche le **réflexe de déglutition**. Cette seconde phase est caractérisée par l'élévation du **palais mou** (fig. 4.7 et 4.8).

Le palais mou (ou **voile du palais**) est la cloison musculo-membraneuse et mobile qui sépare la bouche du pharynx. On l'appelle palais mou car il est appendu à l'arcade palatine et qu'il prolonge en arrière le palais dur. Le palais mou délimite avec la langue l'**isthme du gosier**.

Figure 4.7 : Déglutition : étape pharyngée. Involontaire la stimulation de l'oropharynx déclenche la fermeture réflexe de l'épiglotte.

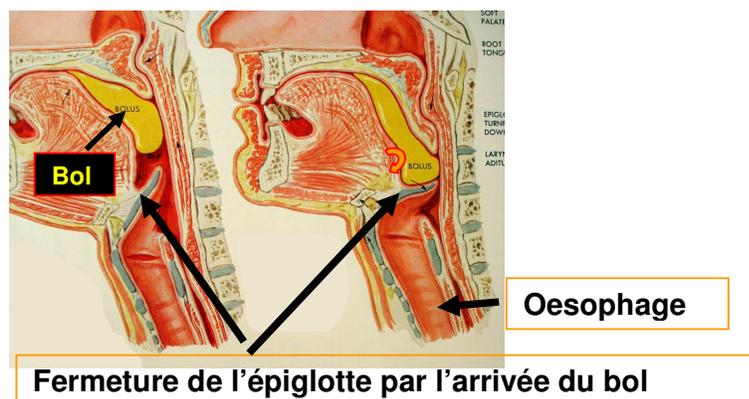
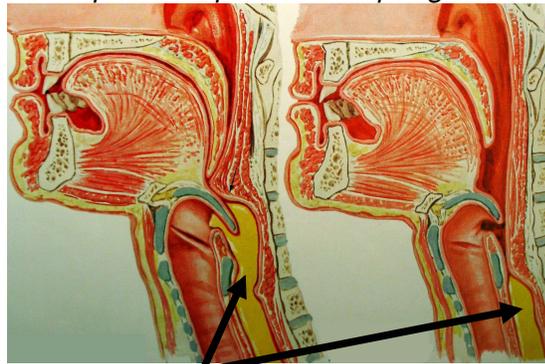


Figure 4.8 : Le sphincter œsophagien supérieur se ferme et déclenchement d'une contraction péristaltique de l'œsophage



Bol

Chez le **cheval**, le **voile du palais** est très développé (figure 4.9 et 4.10) et sa face postéro-inférieure "s'imbrique" avec l'**épiglotte** de façon à fermer l'isthme du gosier ; c'est pourquoi **le cheval ne peut pas respirer par la bouche** alors que chez les autres espèces, la respiration peut se faire à la fois par le nez et la bouche.

Figure 4.9. Déglutition et respiration chez le cheval. Le cheval est dans l'impossibilité de respirer ou de régurgiter par la bouche (engouement).

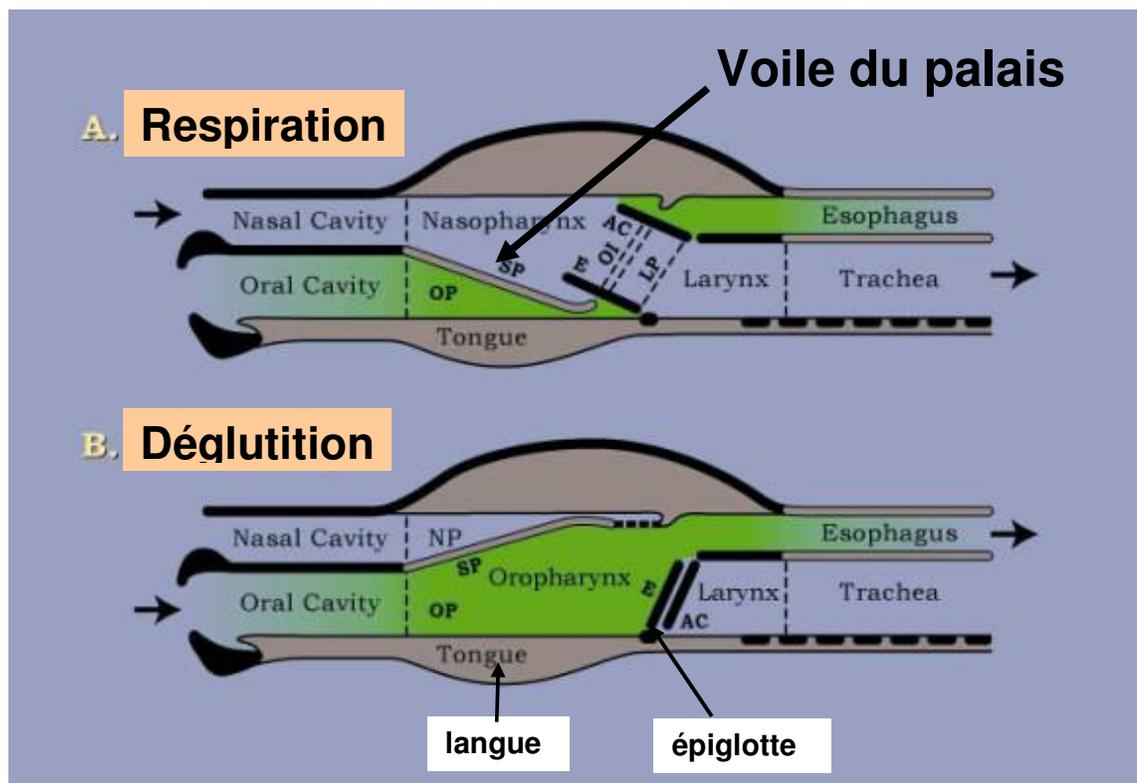
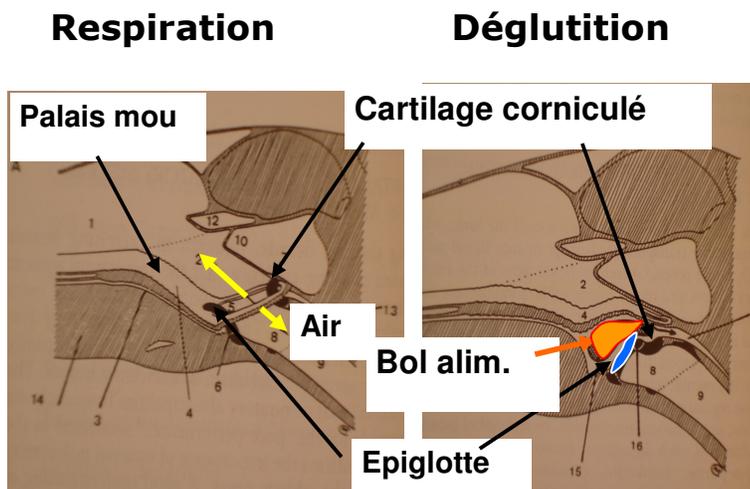


Figure 4.10 Le rôle du palais mou chez le cheval



Pendant la déglutition, **le voile du palais s'élève** (contraction des muscles palato-pharyngiens) et il se plaque contre la paroi postérieure du pharynx pour laisser passer le bol alimentaire. Il forme ainsi le **nasopharynx** et il joue le rôle d'une véritable soupape qui s'oppose à la remontée des aliments vers les fosses nasales (passage des choanes).

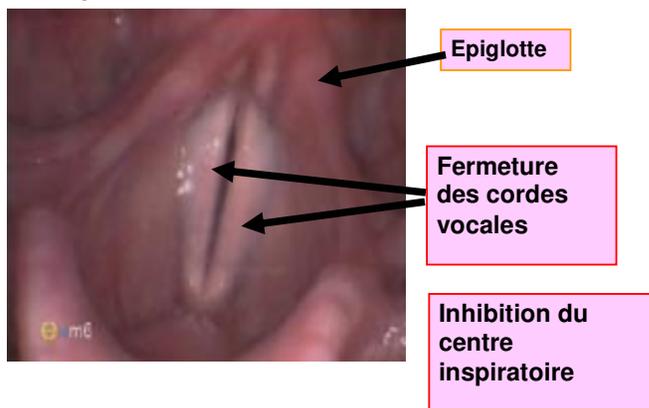
Le bol est propulsé vers l'œsophage par les contractions réflexes du pharynx. Lorsque le bol est arrivé à l'entrée de l'œsophage, le voile du palais reprend sa place primitive et chez le cheval, il s'oppose à tout retour du bol dans la cavité buccale. Cela explique que si un obstacle se présente (**engouement de l'œsophage**), le rejet des aliments, ne pourra se faire que par voie nasale. Il en sera de même lors du vomissement (très rare).

Parallèlement au jeu du voile du palais, le passage laryngopharyngé est caractérisé par une **ascension du larynx** (on tire au cou) et de la trachée (qui se trouve en-dessous du passage du bol). Cette élévation met **l'épiglotte** en contact avec le bol et la fait basculer sur la **glotte**. De plus, les **cordes vocales** se rapprochent ce qui **ferme le passage trachéal** et évite les **fausses déglutitions**.(fig. 4.11).

Lorsque le bol a dépassé le niveau laryngé, le larynx redescend et la respiration reprend. L'ensemble a demandé une seconde.

Pendant la déglutition, le **centre respiratoire est inhibé** via le centre de la déglutition.

Figure 4.11 : Les cordes vocales. La fermeture des cordes vocales pendant la déglutition protège l'entrée de la trachée contre une fausse déglutition. Une stimulation mécanique des cordes vocales déclenche un réflexe de fermeture. Pour intuber un animal (passer une sonde dans la trachée) il faudra supprimer ce réflexe par une anesthésie générale.



- **L'étape oesophagienne**

La partie proximale de l'œsophage (3-4 cm chez l'homme) est nommé **sphincter oesophagien supérieur** (ou muscle circopharyngien). Ce sphincter se relâche et permet au bol d'entrer. Dans l'œsophage, entre deux déglutitions, ce sphincter est fermé ce qui évite l'aérophagie.

L'entrée du bol déclenche une onde péristaltique de l'œsophage qui emporte les aliments vers l'estomac.

- **Le contrôle nerveux du réflexe de déglutition**

Le début de la déglutition est volontaire mais les étapes ultérieures sont purement réflexes (fig. 4.12).

Les voies sensibles se trouvent au niveau de la bouche, du pharynx, via le **glosso-pharyngien** et **trijumeau**. Les centres sont **bulbaires** localisés dans la partie caudale du quatrième ventricule (noyau solitaire du X). Ce centre coordonne différents noyaux (VI) qui commandent les différents muscles impliqués dans la déglutition (V, IX, X et XII^{ème} paires crâniennes).

Figure 4.12 : Le réflexe de déglutition commence lorsque le bol touche les récepteurs tactiles du pharynx, du voile du palais et de la glotte. Les influx centripètes passent essentiellement par le glossopharyngien (mais aussi le vague). Les noyaux centraux sont bulbaires (centre de la déglutition). Les nerfs impliqués dans le système efférent sont le V (mylo-hyoïdien, temporal, masséter), le VII (stylo-hyoïdien), le X (constricteur du pharynx) et le XII.

