

Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache laitière

Prof. Ch. Hanzen

Faculté de Médecine Vétérinaire

Service de Thériogenologie des animaux de production

Année 2008-2009



Objectif général

- Ce chapitre présente les notions de base relatives à l'anatomie et la physiologie de la glande mammaire au cours du cycle de lactation naturellement ou artificiellement induit.
- Ces notions constituent autant de prerequis indispensables à une bonne compréhension des chapitres relatifs à la propédeutique et à la pathologie infectieuse de la glande mammaire.

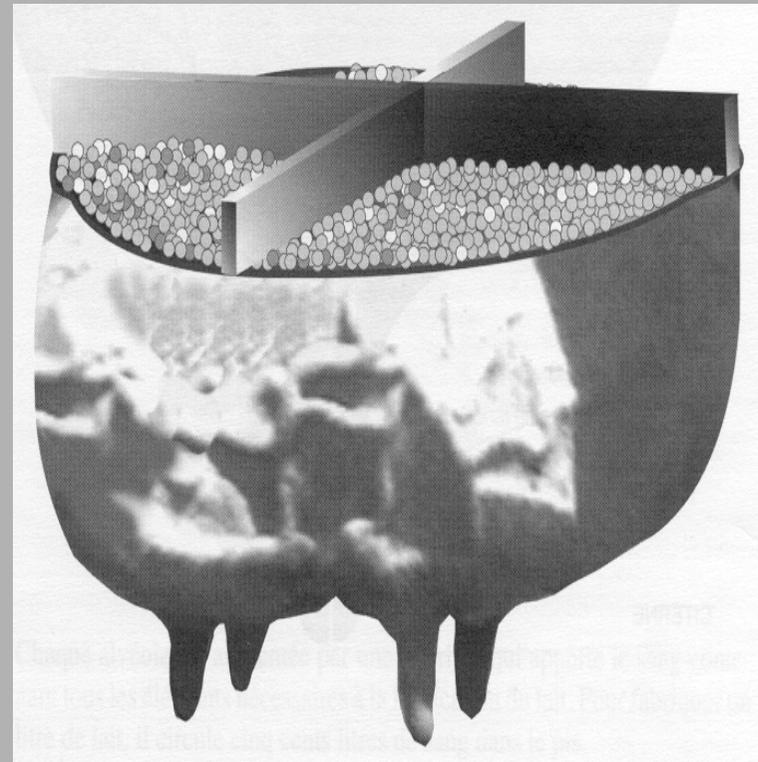
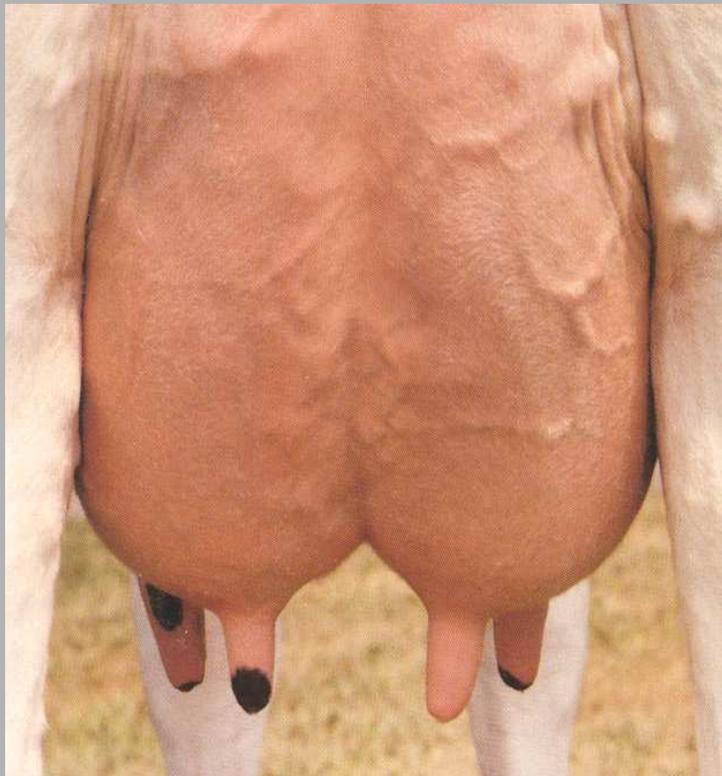
Objectifs spécifiques

- **Au terme du chapitre l'étudiant devra être capable de**
 1. Définir les différentes phases du cycle de lactation que sont la mammogénèse, la lactogénèse, la galactopoïèse et le tarissement
 2. Représenter par un schéma en respectant la chronologie et la durée les différentes phases du cycle de lactation que sont la mammogénèse, la lactogénèse, la galactopoïèse et le tarissement entre la naissance et le deuxième vêlage.
 3. Représenter schématiquement les différentes parties d'un trayon et d'un quartier d'une glande mammaire de vache
 4. Enoncer les aspects anatomiques qui revêtent une importance pratique sur le risque d'apparition des mammites
 5. Commenter les aspects anatomiques qui revêtent une importance pratique sur le risque d'apparition des mammites
 6. Enoncer les aspects histologiques qui revêtent une importance pratique sur le risque d'apparition des mammites

Objectifs spécifiques

7. Commenter les aspects histologiques qui revêtent une importance pratique sur le risque d'apparition des mammites
8. Enoncer les aspects hormonaux qui revêtent une importance pratique sur le risque d'apparition des mammites
9. Commenter les aspects hormonaux qui revêtent une importance pratique sur le risque d'apparition des mammites
10. Définir l'égouttage
11. Expliquer le mécanisme du tarissement
12. Expliquer l'intérêt de la mise en place d'un contrôle laitier dans une exploitation
13. Dessiner et de décrire une courbe de lactation en respectant les échelles de temps et de production d'une vache féconde produisant 8000 litres de lait

Anatomie de la glande mammaire

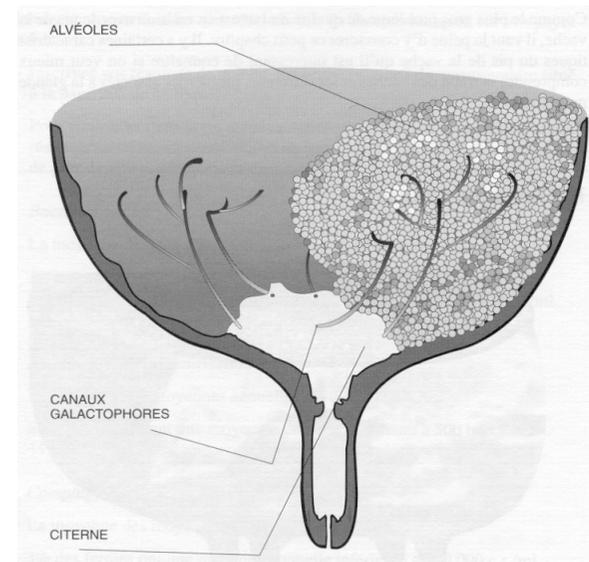
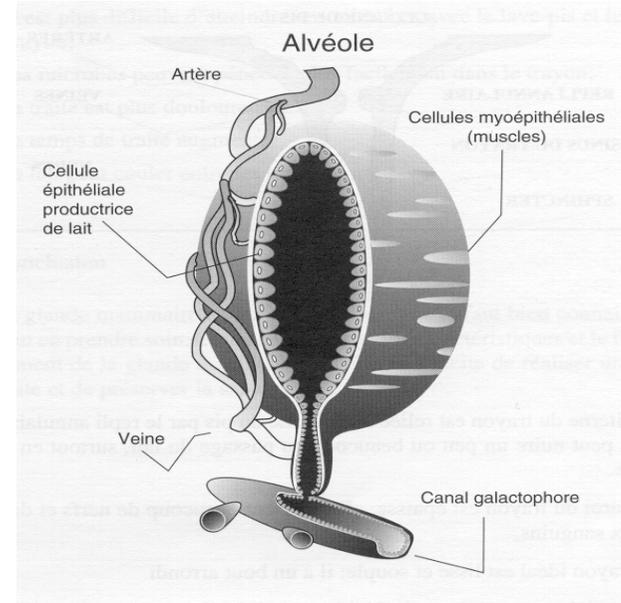


Anatomie de la glande mammaire

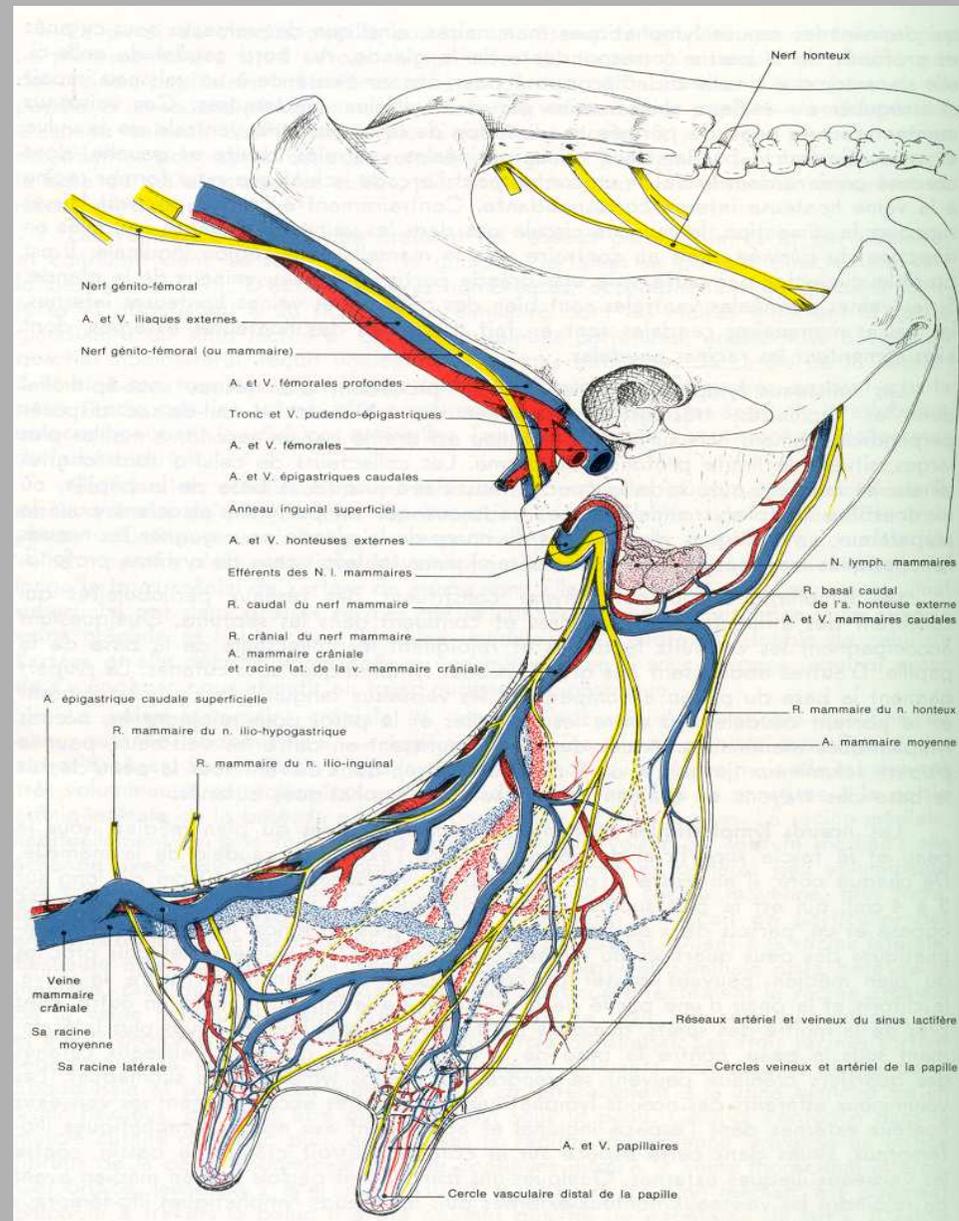
- Poids : 50 kgs (selon âge) AG et AD = 2/3
- Conformation : 4 quartiers anatomiquement séparés (vache) par des ligaments
 - pas de passage direct de bactéries d'un quartier à l'autre
 - Capacité de la citerne : 1 litre de lait (moyenne) : danger de l'égouttage
- Distribution du lait avant la traite
 - 60 % dans les alvéoles
 - 20 % dans les canaux
 - 20 % dans la citerne
- Vascularisation : a.v. mammaire craniale, caudale et honteuse externe
- Innervation : nerfs honteux, génito-fémoral ou mammaire

Structure de la glande mammaire

- **Système alvéolaire : synthèse du lait dans les alvéoles ou acinis (vésicules de 100 à 300 microns)**
 - lactocytes internes
 - cellules myo-épithéliales externes
 - Réseau artério-veineux périphérique (500 litres de sang / l de lait)
- **Système canaliculaire ou excréteur :**
canaux galactophores, citerne du pis, sinus et canal du trayon



Innervation et vascularisation mammaire (300 litres de sang/h)



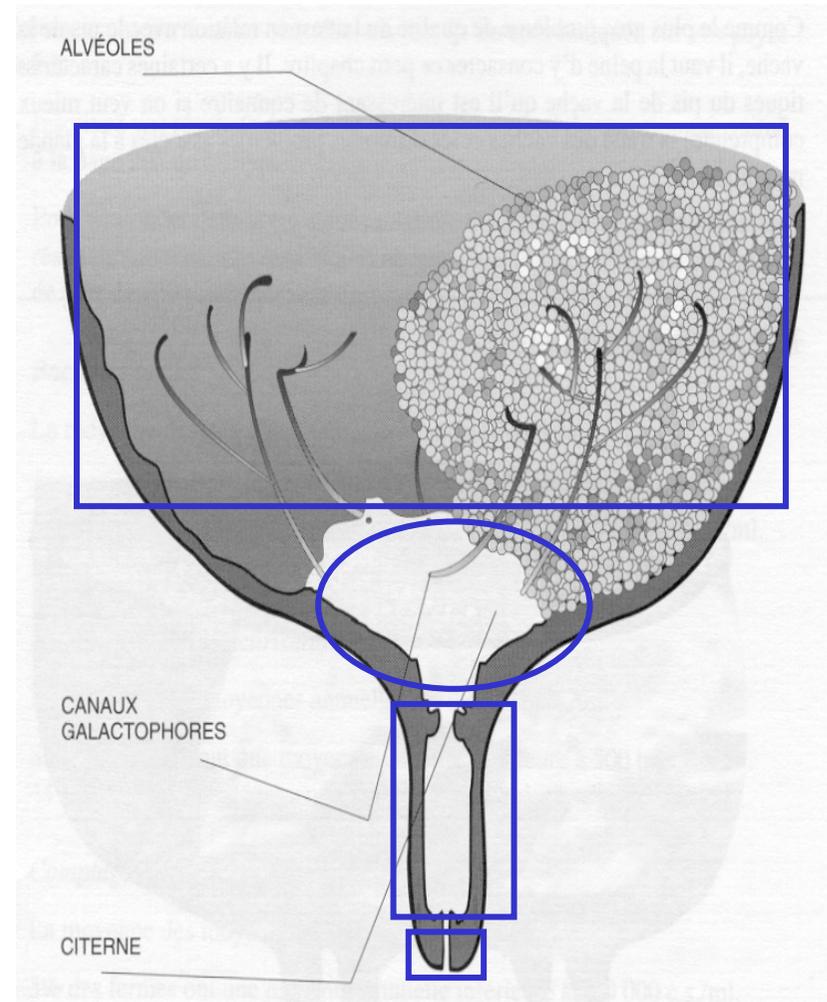
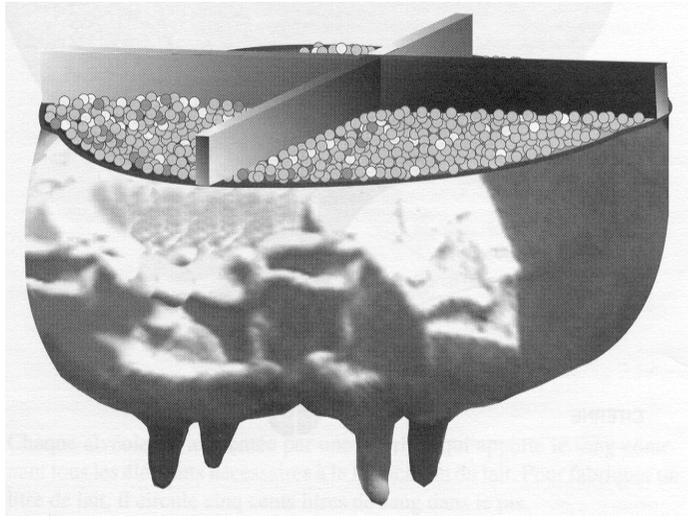
Anatomie de la glande mammaire

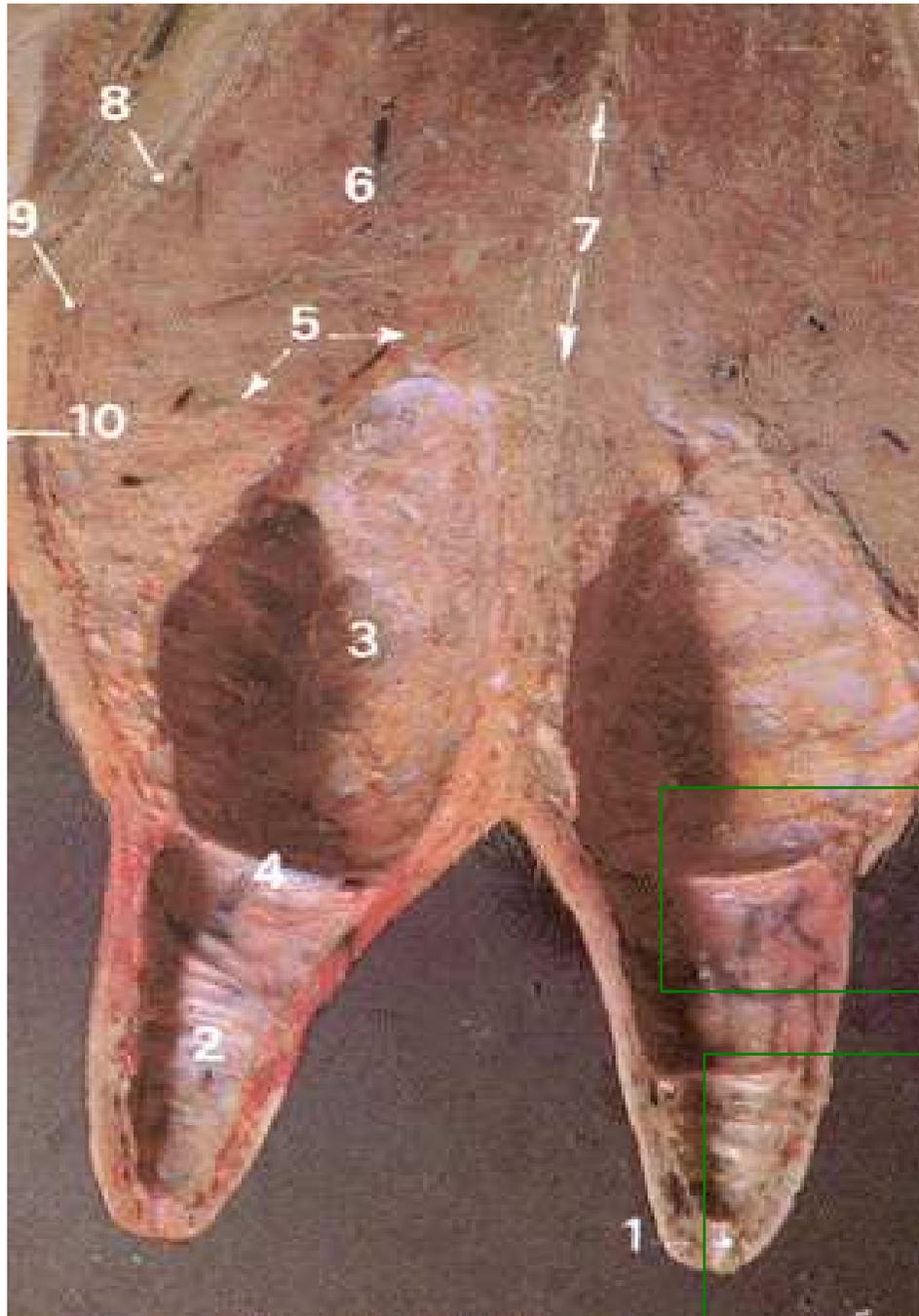
- Anatomie du trayon
 - Longueur : 3 à 10 cm, Diamètre : 2 à 4 cm
 - Repli annulaire (tissu érectile veineux) entre la citerne du pis et le sinus du trayon
 - Nombreux vaisseaux et nerfs (terminaisons nerveuses, mécano et thermorécepteurs)
 - Canal du trayon
 - Longueur : 5 à 13 mm
 - Diamètre : 1 à 2 mm (ouvert) ; 0.4 mm (fermé) soit 700 à 800 mètres de large pour un Staphylo ou un colibacille dont la taille serait celle d'un homme

Anatomie de la glande mammaire

- Anatomie du trayon
 - Kératine : elle tapisse la paroi interne du canal (captation des bactéries)
 - Sphincter terminal
 - Rosette de Furstemberg : anneau de tissu lymphocytaire
 - Présence de trayons surnuméraires (cautérisation ou section dans les 1er jours)
 - Ostium papillaire (ruminants : 1, truie : 2 à 3, jument : 2)

Schéma général d'un quartier





- Conduit papillaire (1)
- Sinus galactophore (2)
- Citerne galactophore (3)
- Anneau vein.de Furstemberg (4)
- Glande mammaire (6)
- Ligament suspenseur du pis (7)

Schéma anatomique du trayon

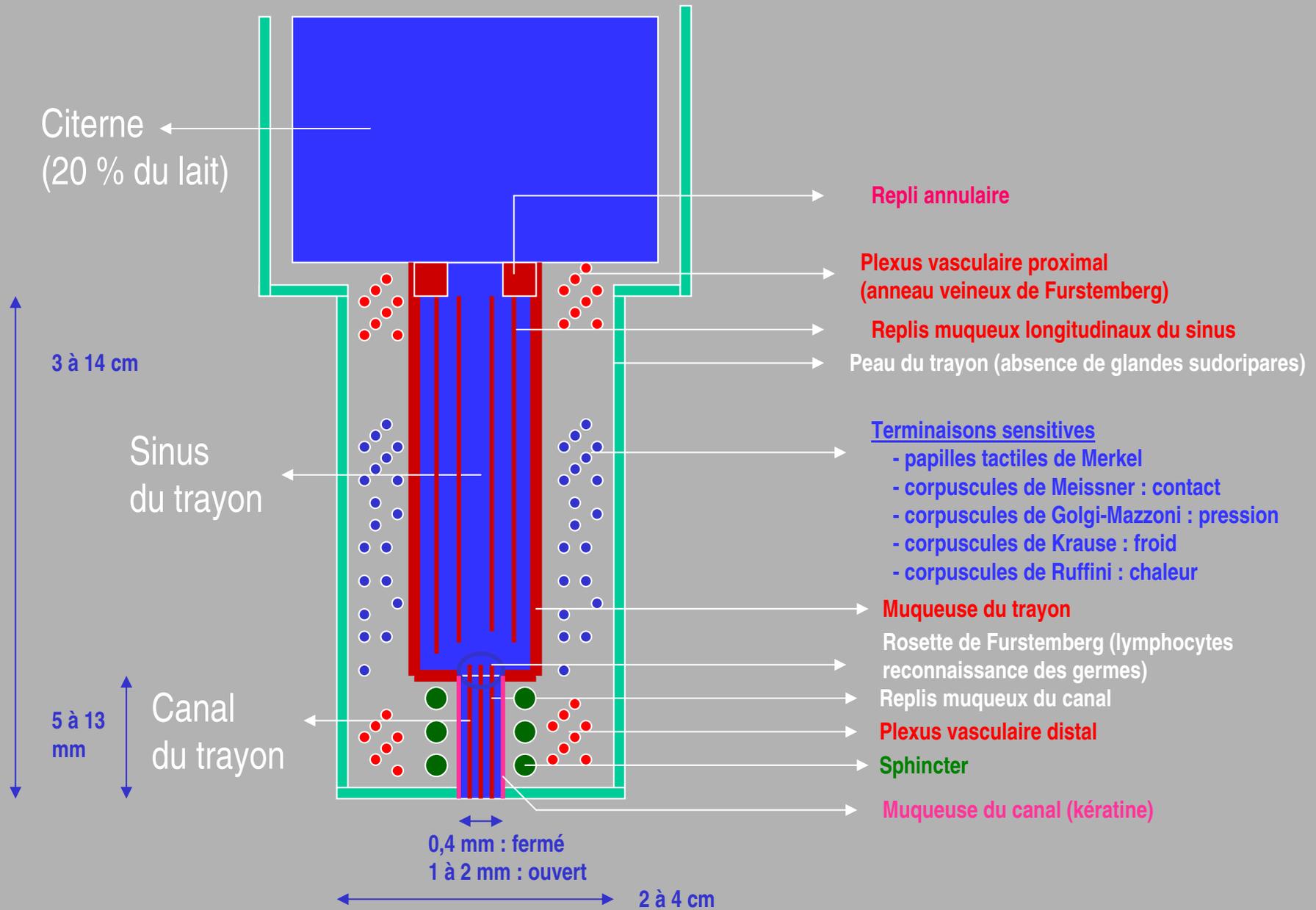
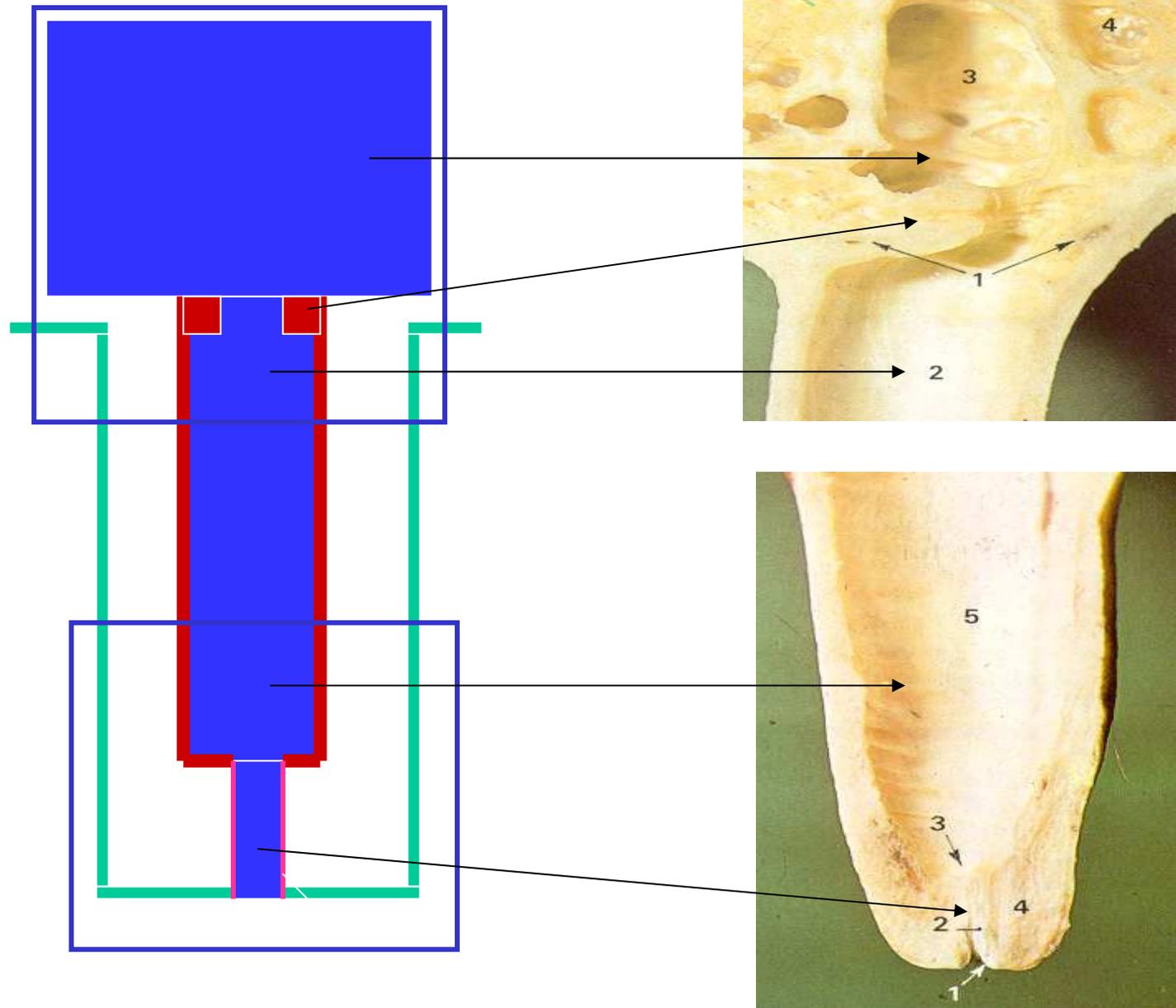
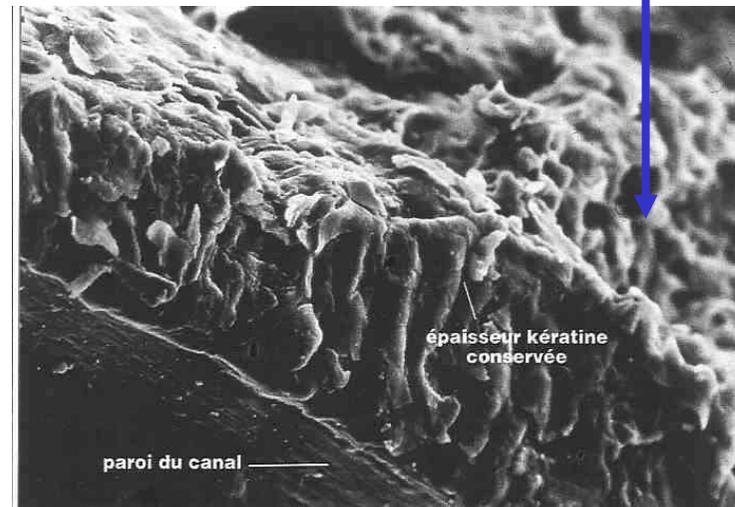
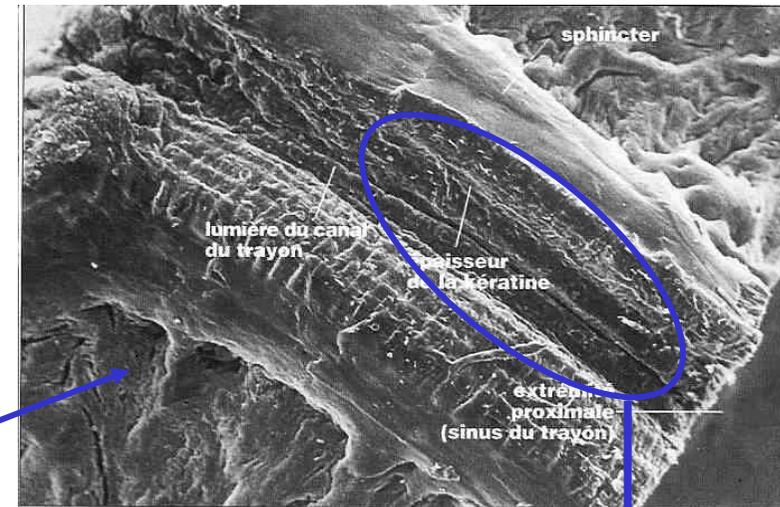
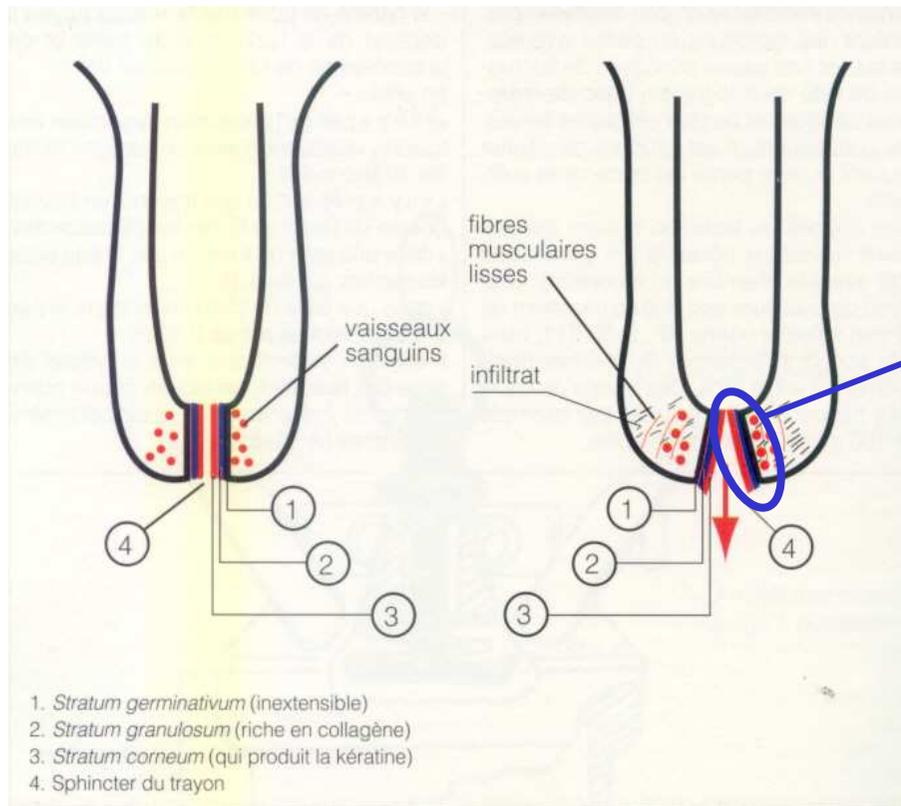


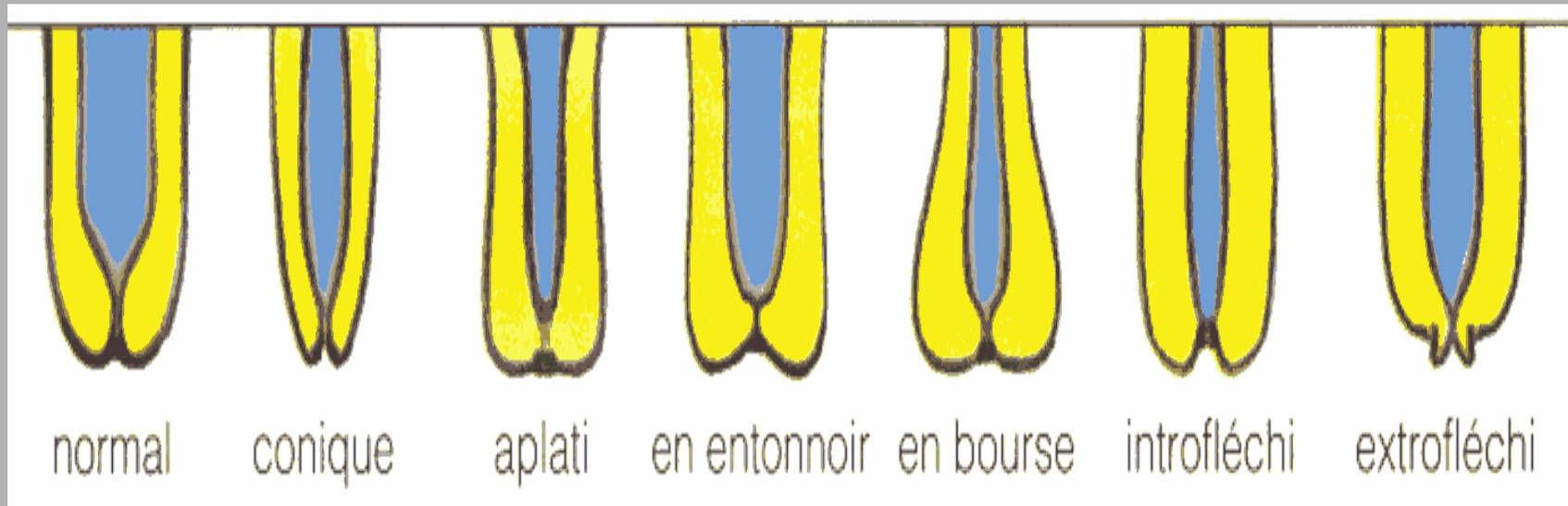
Schéma anatomique du trayon

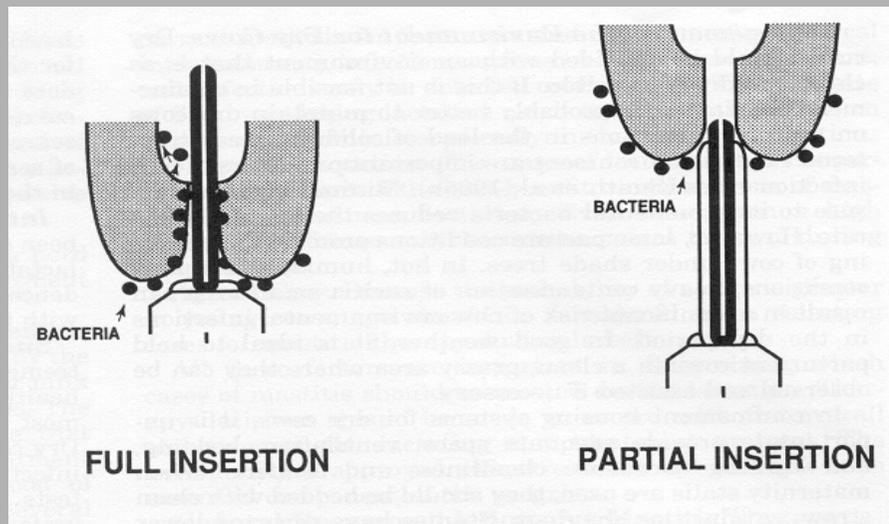


Le canal du trayon et le stratum corneum (kératine)



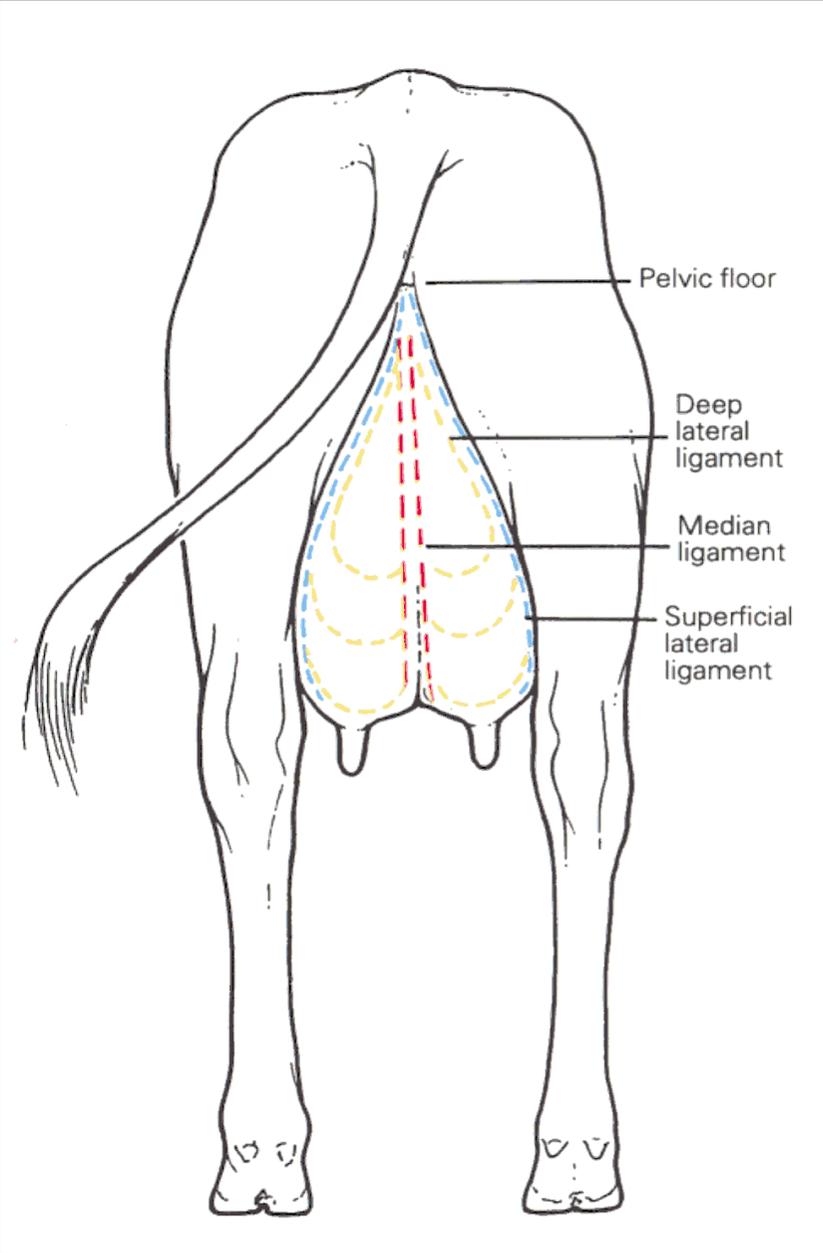
Conformations anatomiques du trayon de la vache

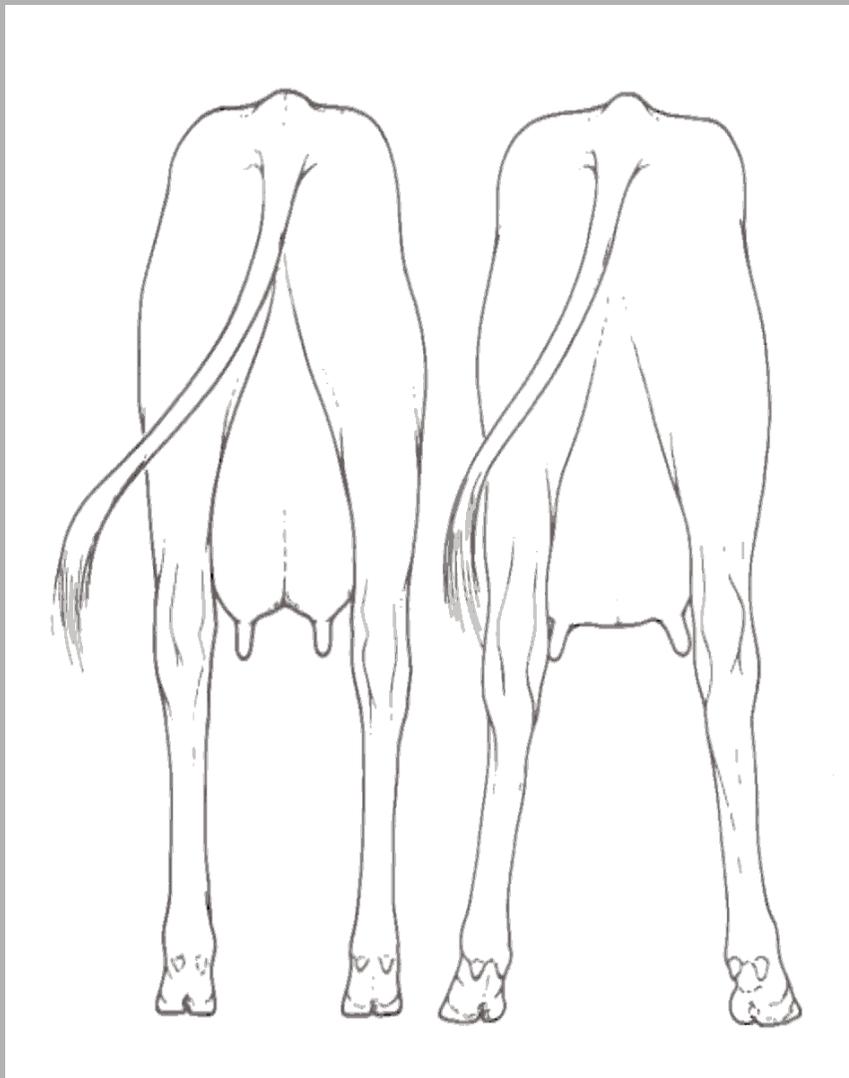




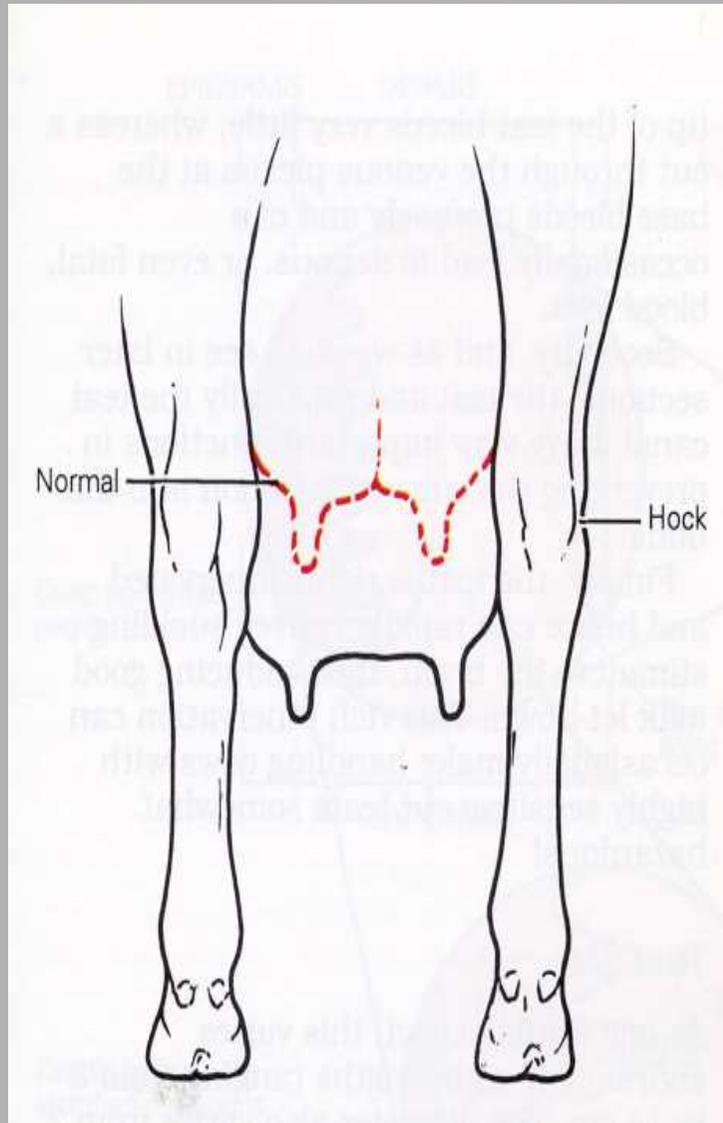
Comparaisons des insertions partielles et totales

Les ligaments de la mamelle

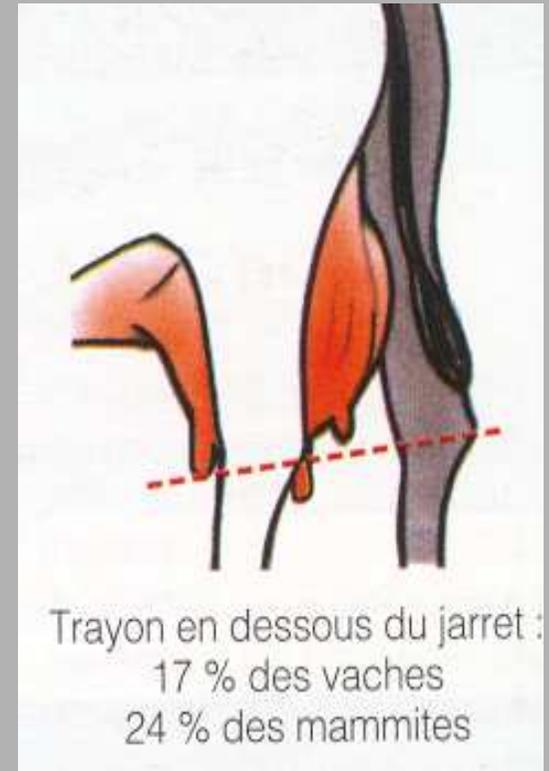
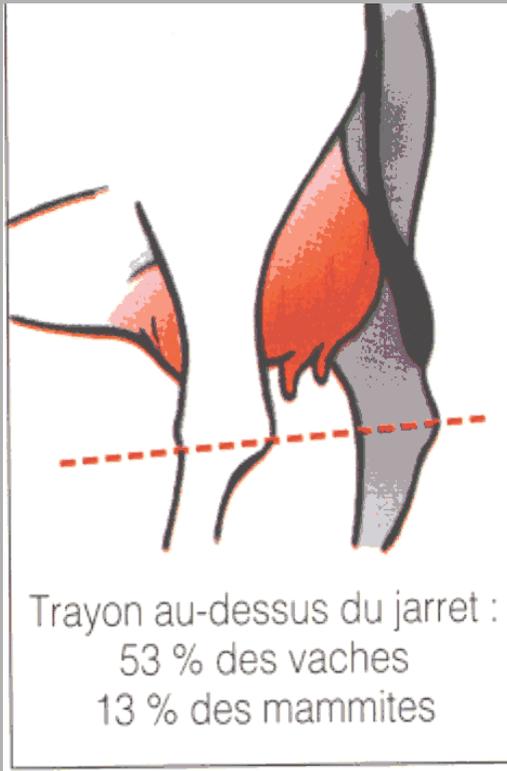




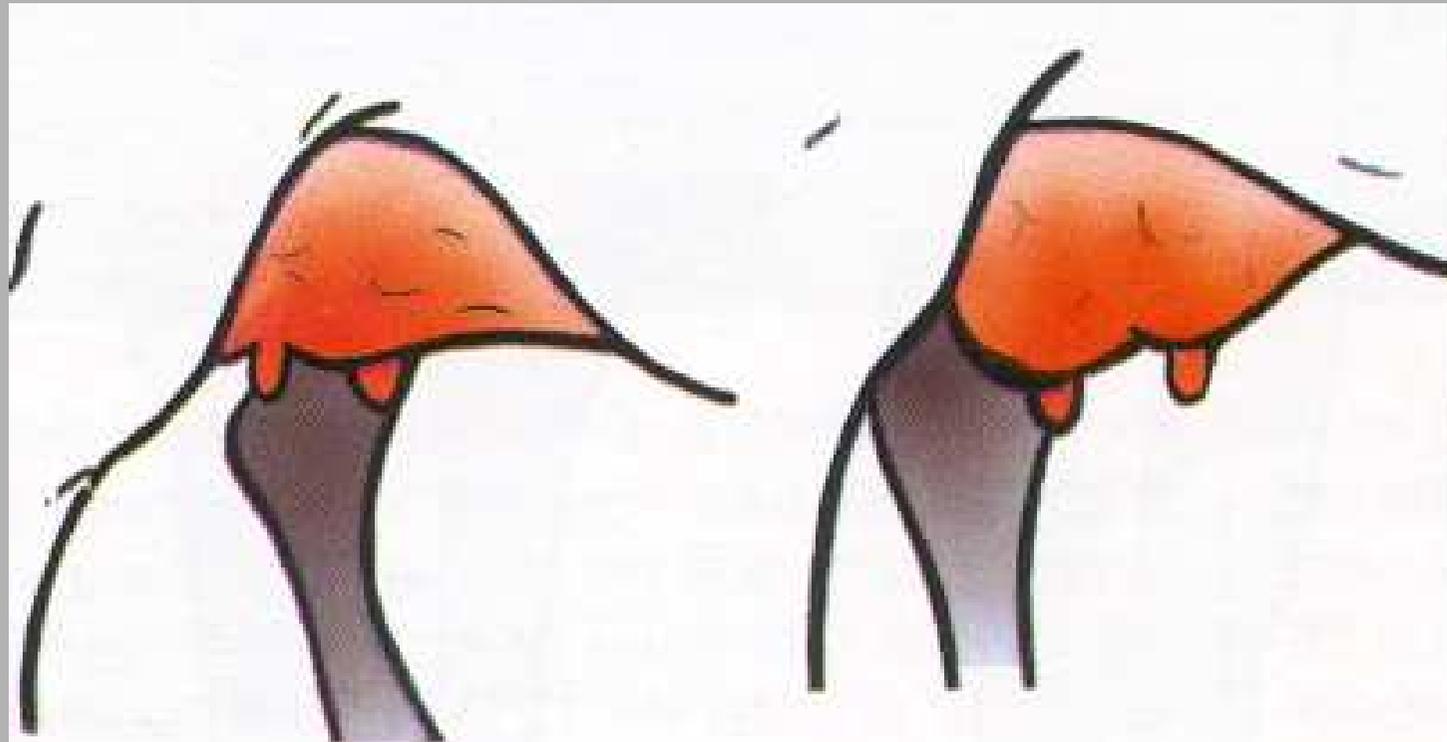
Rupture du ligament médian de la mamelle



Rupture des ligaments latéraux et médian de la mamelle



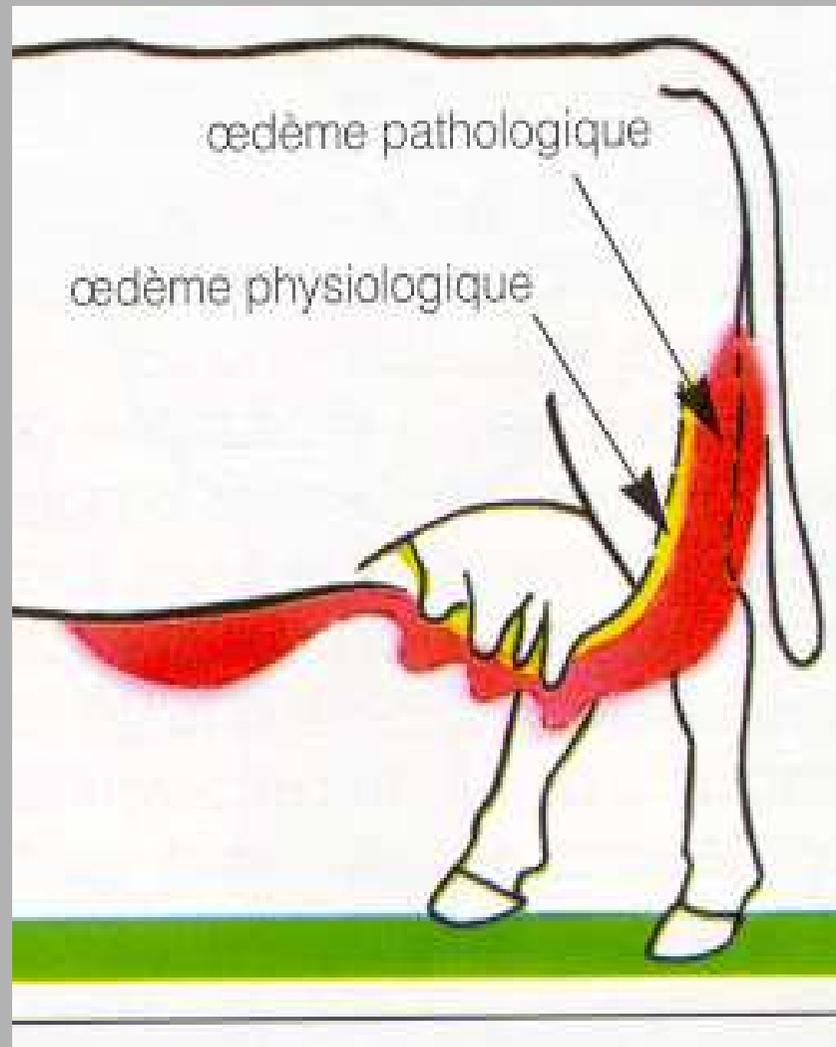
Effet de la position des trayons par rapport aux jarrets
sur le risque de mammites



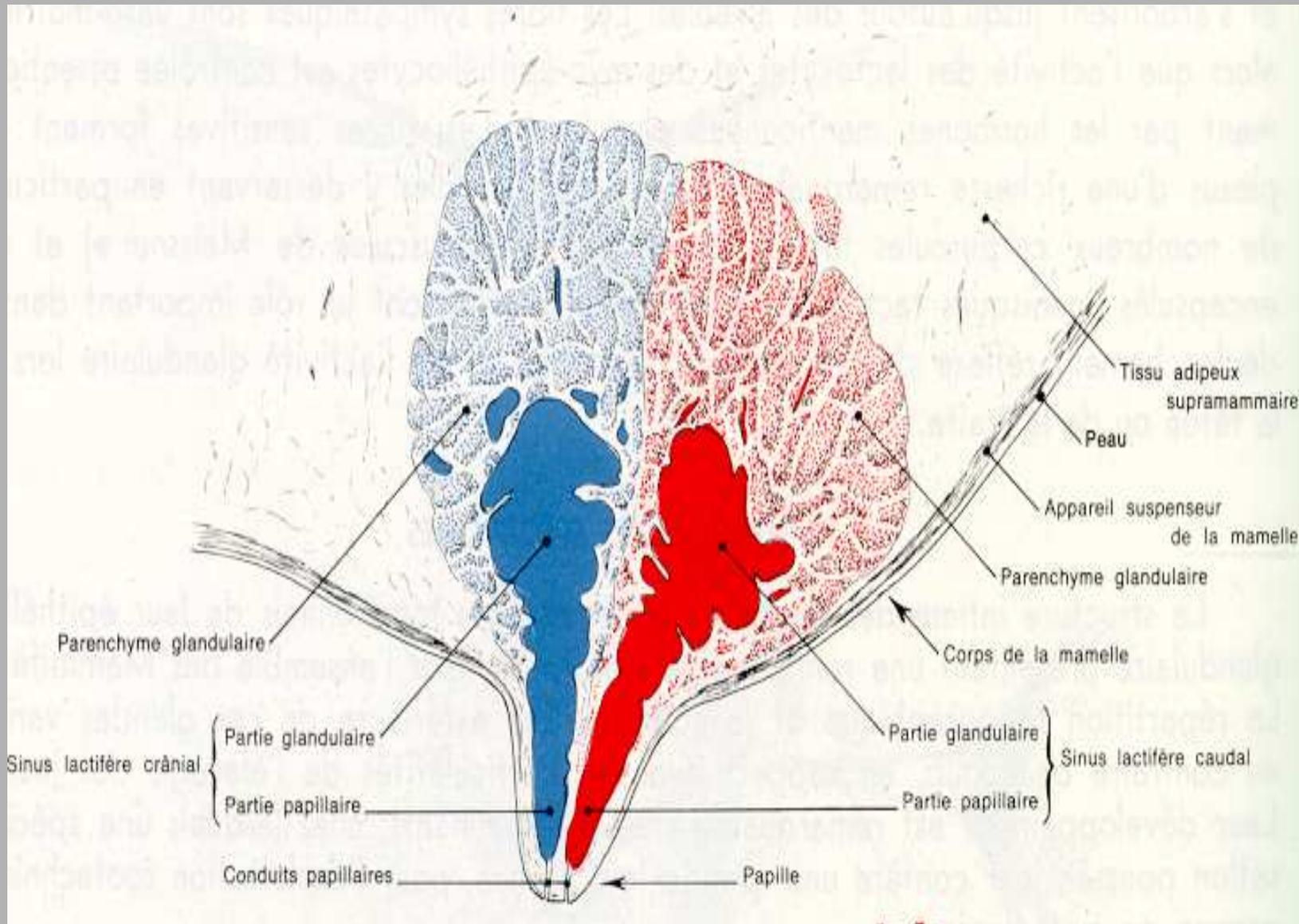
Mamelle équilibrée :
70 % des vaches

Mamelle déséquilibrée :
30 % des vaches

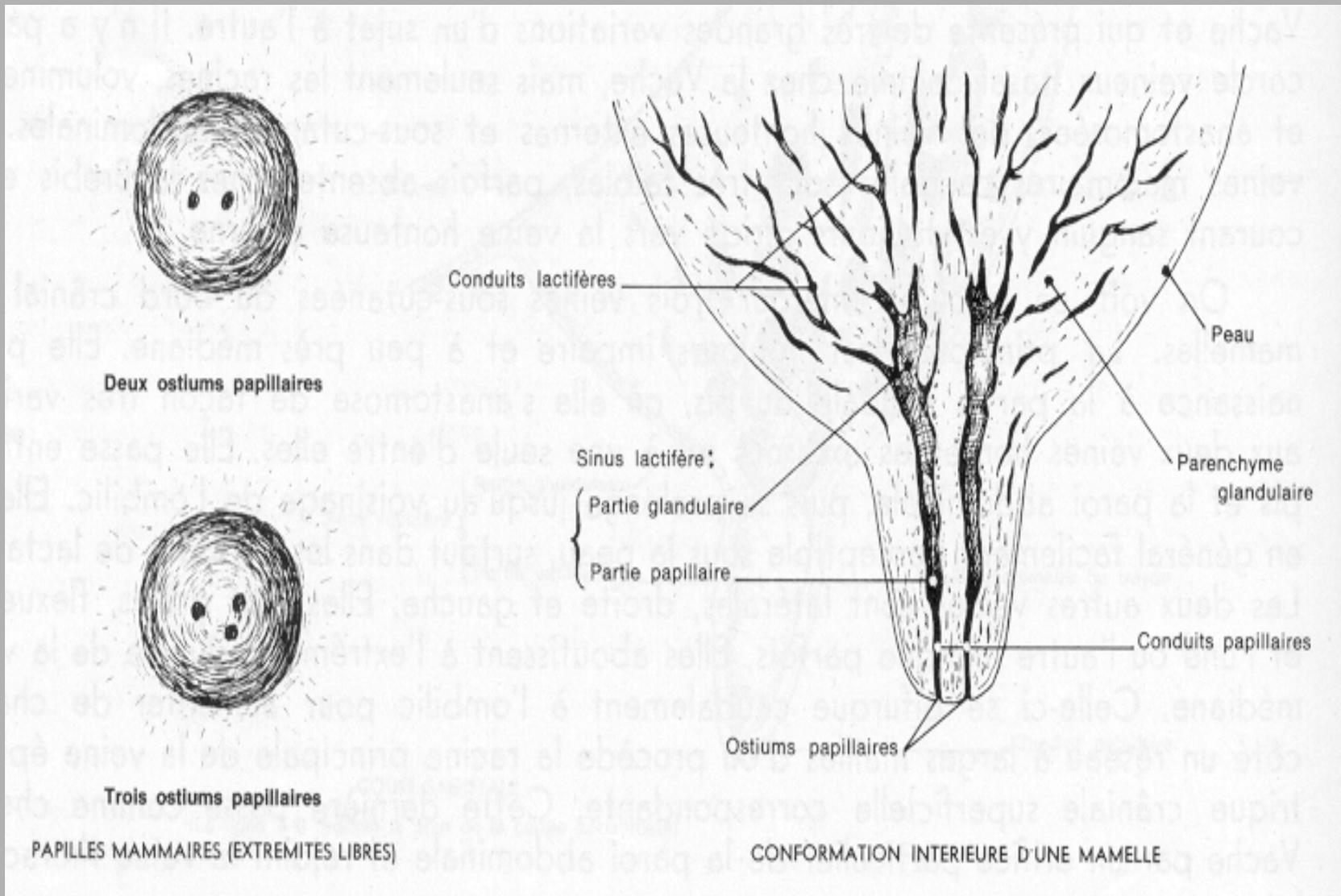
De la conformation du pis ...



Œdème et conformation mammaire



Coupe sagittale d'une mamelle de jument



Conformation de la mamelle chez la truie

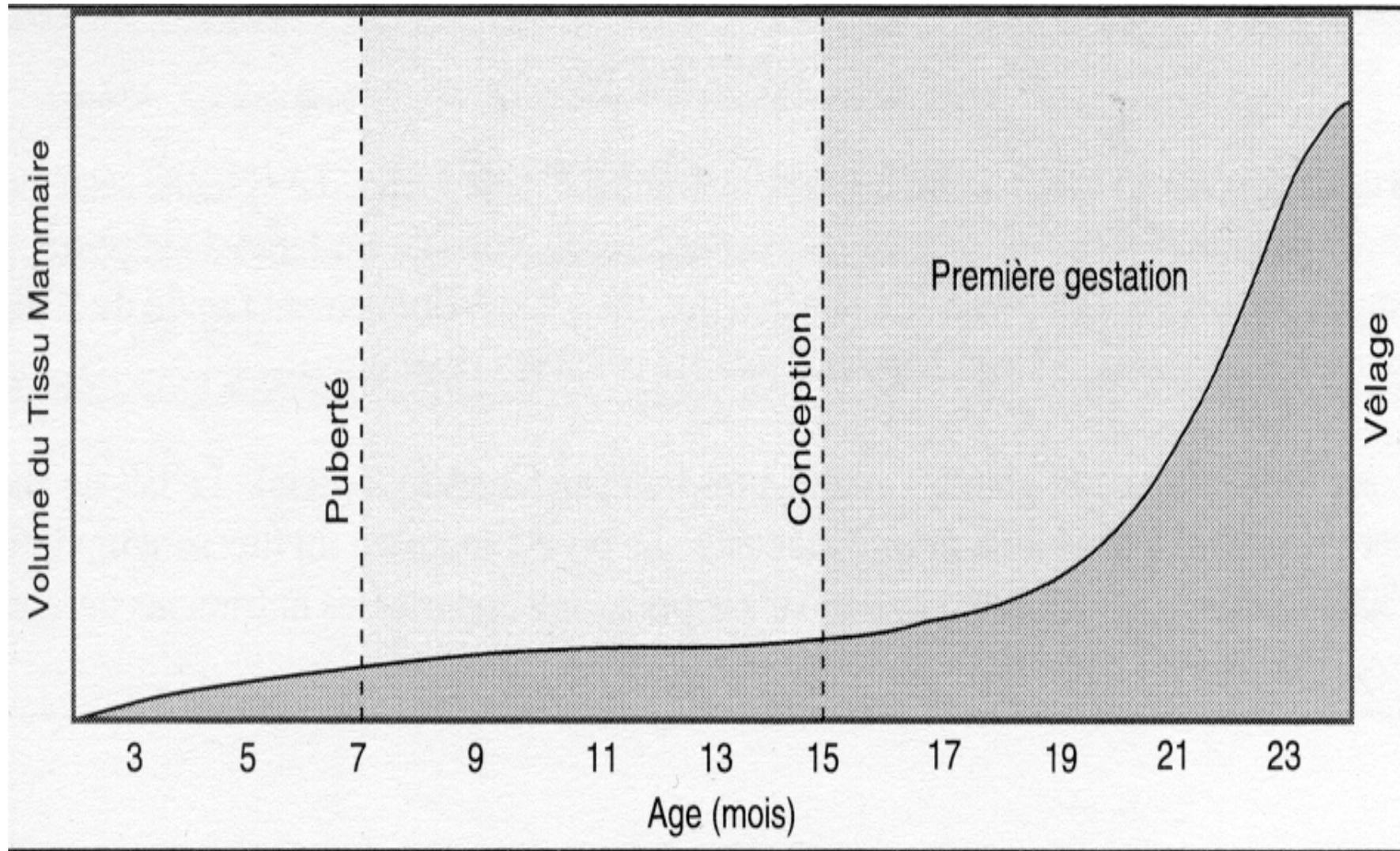
Développement de la glande mammaire

De la naissance au deuxième vêlage : 4 phases à distinguer

- Mammogénèse : phase de développement
- Lactogénèse : phase de déclenchement de la lactation
- Galactopoièse : phase d'entretien de la lactation
- Involution : phase de repos de l'activité sécrétoire

La mammogenèse

- La mammogenèse : phase de développement de la glande mammaire
- Pendant la vie foétale : fractionnement des crêtes mammaires
- Naissance - puberté : peu de changements (croissance isométrique cad proportionnelle au développement du reste du corps)
- Période pré pubertaire : croissance allométrique (cad plus rapide que la croissance du reste du corps) effet des premiers pics d'oestrogènes mais effet négatif d'un GQM > 700 g sur la PL)
- Période pubertaire : accélération de la multiplication (effet positif d'une suralimentation) du **système canaliculaire** (surtout chez les espèces à cycle sexuel court)
- Période de gestation : poursuite de la multiplication et différenciation du **système alvéolaire** (acquisition de la synthèse de lait J - 2)



Phases du développement mammaire chez la génisse



Ébauches mammaires
5e mois de gestation



Ébauches mammaires
Naissance

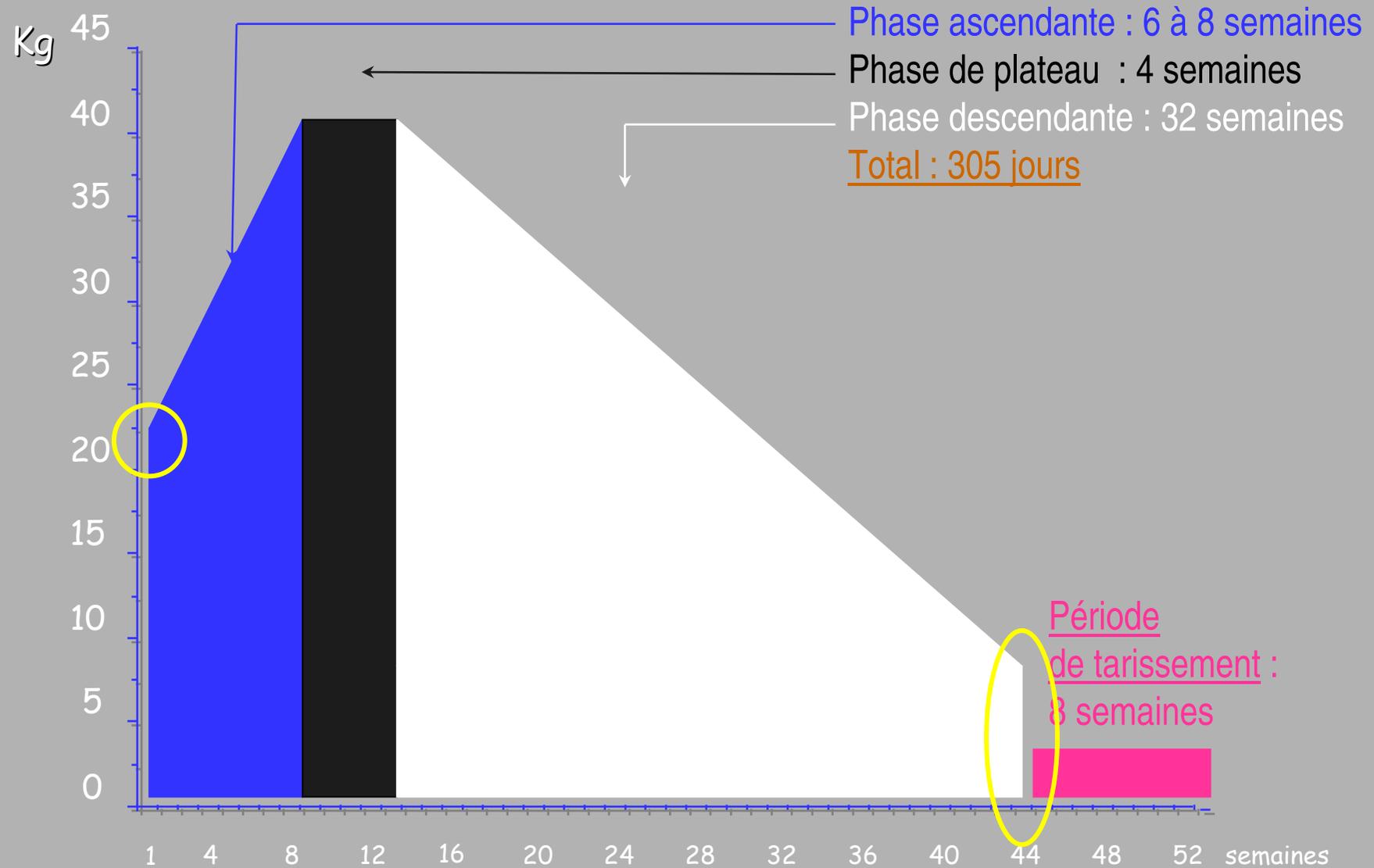
La lactogenèse

- Lactogénèse : phase de déclenchement de la lactation
- Principales modifications histologiques
 - hypertrophie du RE et de l'appareil de Golgi
 - augmentation du nombre de gouttelettes graisseuses
 - apparition d'une bipolarité apicale et basale
 - Étêtement de la cellule

La galactopoièse ou phase d'entretien de la lactation

- Galactopoièse : phase d'entretien de la lactation
- La courbe de lactation
- Le milk-down
- L'hormone de croissance ou GH

Évolution de la production laitière au cours de la lactation chez la vache laitière



La courbe de lactation

- Paramètres généraux d'évaluation
 - Production en 305 jours
 - P_i = production initiale (moy. des productions des J 4,5,6 et 7)
 - P_{max} : production maximale = $P_i + 40\% P_i$
 - P_{tot} : production totale = $200 \times P_{max}$
 - CP = coefficient de persistance (P_n / P_{n-1}) : N : 90 %
 - Coefficient de prédiction en 305 jours (voir tableau)

Facteurs de prédiction du pic de lactation (P max)

Moyenne du troupeau (Race Holstein)	1	2	Numéro de lactation > 2	Total
5.500	23	27	30	28
6.000	24	30	32	30
6.500	25	31	34	31
7.000	27	33	36	33
7.500	28	35	38	35
8.000	30	37	40	36
8.500	31	38	42	38
9.000	32	41	44	40
9.500	34	43	46	41
10.000	35	45	48	43
10.500	37	47	50	44
Moyenne	30	37	40	36

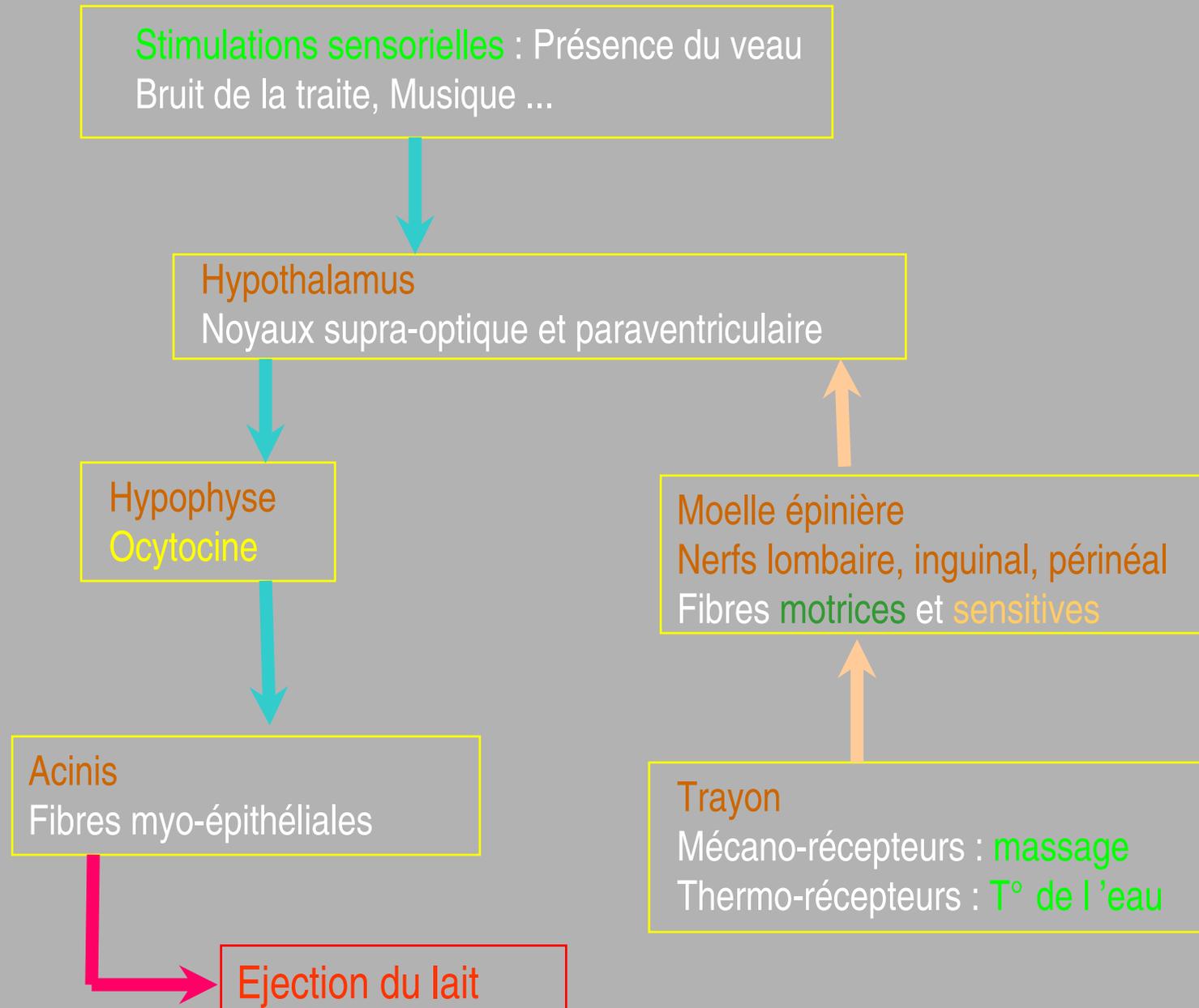
Facteurs de prédiction de la production en 305 jours

Mois	Jours	Primipares	Pluripares
1	16	0,348	0,371
2	46	0,409	0,421
3	77	0,397	0,400
4	107	0,381	0,376
5	138	0,362	0,350
6	168	0,344	0,326
7	199	0,323	0,299
8	229	0,301	0,276
9	260	0,277	0,248
10	290	0,249	0,211

Ex: pluripare : 25 litres à J 46 équivaut à $(25/0,421) \times 100$ en 305 J (5938 l)

Le réflexe d'éjection du lait (let-down)

- Pas d'expulsion du lait par la succion seule (tension superficielle)
- Réflexe neuro-endocrinien : l'ocytocine
- Libération de l'ocytocine :
 - Rapide : 4 à 5 minutes
 - Quantité libérée : 1/3 environ (soit 0.5 à 1 UI)
 - Demi-vie courte : 2 minutes chez la chèvre et 4 minutes chez la vache
 - Libération maximale : 30 secondes après un massage des trayons de 20 à 30 secondes
 - Effet de la T° de l'eau : ?
 - Importance plus grande du délai que de la quantité



L'involution mammaire : le tarissement

- Durée : 60 jours en moyenne (45 jours minimum)
- Trois phases
 - Phase d'involution proprement dite : 3 à 4 semaines
 - La mamelle involuée : 2 semaines
 - Phase de régénérescence : 2 à 3 semaines

L'involution mammaire : le tarissement

- Phase d'involution proprement dite : histologie
 - Nette lors de l'arrêt de la succion ou de la traite
 - Régression des organites cellulaires et de la lumière alvéolaire
 - Pas de réduction du nombre de cellules (diff. avec espèces de laboratoire)
 - Fin : 3 à 4 semaines après l'arrêt des stimulations
 - Réduction des sécrétions (2 % après 30 jours)
 - Augmentation des leucocytes
 - Réduction de la longueur du trayon
 - Atrophie de l'épithélium du trayon (barrière)

L'involution mammaire : le tarissement

- Mécanisme de l'involution
 - Facteurs nutritionnels : réduction naturelle ou induite des apports alimentaires
 - Facteurs hormonaux
 - Effet dépresseur de la gestation (progestérone)
 - Arrêt des libérations anté hypophysaires (prolactine, ACTH, TSH) et post hypophysaires (ocytocine)
 - Facteurs mécaniques : distension des quartiers pendant quelques jours par le lait
 - altération du cytosquelette cellulaire
 - action chimique du lait : ac.orotique, Feedback inhibitors of lactation (FIL)

L'involution mammaire : le tarissement

- La mamelle involuée
 - Absence d'activité des lactocytes pendant 2 semaines (non observée si le vêlage survient < 40 jours après le tarissement)
 - Disparition des lumières alvéolaires
 - Zones de neo multiplication chez les primipares (augmentation de 20 % de la production laitière) sous l'effet des facteurs de croissance
 - Peu de liquide : 300 à 400 ml
 - Concentration élevée en lactoferrine, immunoglobulines et leucocytes

L'involution mammaire : le tarissement

- La phase de régénérescence
 - Début : 2 à 3 semaines avant le vêlage
 - Diminution des oestrogènes et donc augmentation de la prolactine
 - Diminution de la progestérone et donc augmentation des récepteurs à la prolactine
 - Formation du colostrum
 - Transfert actif des IgG1
 - Synthèse locale des IgG2, IgM et IgA
 - Synthèse de lactose trois semaines avant le vêlage
 - Œdème mammaire et donc dilation du canal du trayon

Le contrôle hormonal : données générales

- Hormones « permissives » : présence nécessaire mais non suffisante à la lactation (les oestrogènes par exemple)
- Hormones de déclic ou trigger-hormones : hormones dont le changement de concentration plasmatique déclenche la lactation (la progestérone notamment).

Contrôles hormonaux

	Puberté/Gestation Mammogenèse	Parturition Lactogenèse	Lactation Galactopoièse
Oestrogènes	+	+	-
Progestérone	+	+	-
Corticoïdes	+	+	-
Insuline	+	-	+
H.plac. de lactation	+	-	-
Prolactine	+	+	+ (non rum)
Ocytocine	-	-	+
GH	-	-	+

L'induction de la lactation

- Nature du traitement inducteur
 - Traitement de base
 - Progestérone : 0.25 mg / kg / jour
 - Oestradiol 0.1 mg / kg / jour
 - solution alcoolique d'éthanol 20 mg de BO et 50 mg P4/ml)
 - Deux injections SC / jour pendant 7 jours
 - Début des injections en phase metoestrale
 - Traitements complémentaires
 - Hydrocortisone (50 mg / J) ou dexamethasone (20 mg / J) : J17, 18 et 19
- Début de la traite :
18 à 21 jours après le début du traitement inducteur

L'hormone de croissance (GH) (Utilisation interdite)

- Activités de la somatotropine : effet galactopoiétique
 - Pas de récepteurs mammaires décrits
 - Stimulation de l'IGF1 (rôle médiateur potentiel)
 - Augmentation de la triiodothyronine (T3)
 - Augmentation du flux sanguin mammaire et donc de l'utilisation du glucose
 - Stimulation de la mobilisation des lipides corporels
 - Augmentation de la synthèse protéique

L'hormone de croissance (GH)

- Nature des traitements
 - Courts : 25 à 50 UI / jour pendant 5 à 21 jours
 - Augmentation de 2 à 5 kgs de lait / J
 - Pas d'effet sur le coefficient d'ingestion
 - Longs : formes retards (2 à 4 semaines) pendant 70 à 260 jours
 - Sometribove (Monsanto) : 500 mg tous les 14 jours
 - Somidobove d'Elanco : 640 mg tous les 28 jours

L'hormone de croissance (GH)

- Effets des traitements sur la capacité d'ingestion et l'EC
 - Augmenter la ration en début de lactation
 - Augmentation de la capacité d'ingestion si balance énergétique négative
 - Préférer les animaux en bon EC
- Effets des traitements sur la santé des animaux
 - Pas d'effets cardio-respiratoires
 - Pas d'effets sur la température rectale
 - Pas d'effets sur la fréquence des mammites cliniques et subcliniques