

# Physiologie de la lactation

**V. Gayrard**

**Physiologie**

**Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse**

# La lactation

- Mammifères: évolution
- Fonction: nutrition/protection immunitaire/croissance du nouveau-né
- Développement de la glande mammaire et lactation liés au processus reproductif
- Phase du cycle reproductif exigeante en termes de besoins énergétiques

# Glande mammaire: organe cyclique sous contrôle hormonal

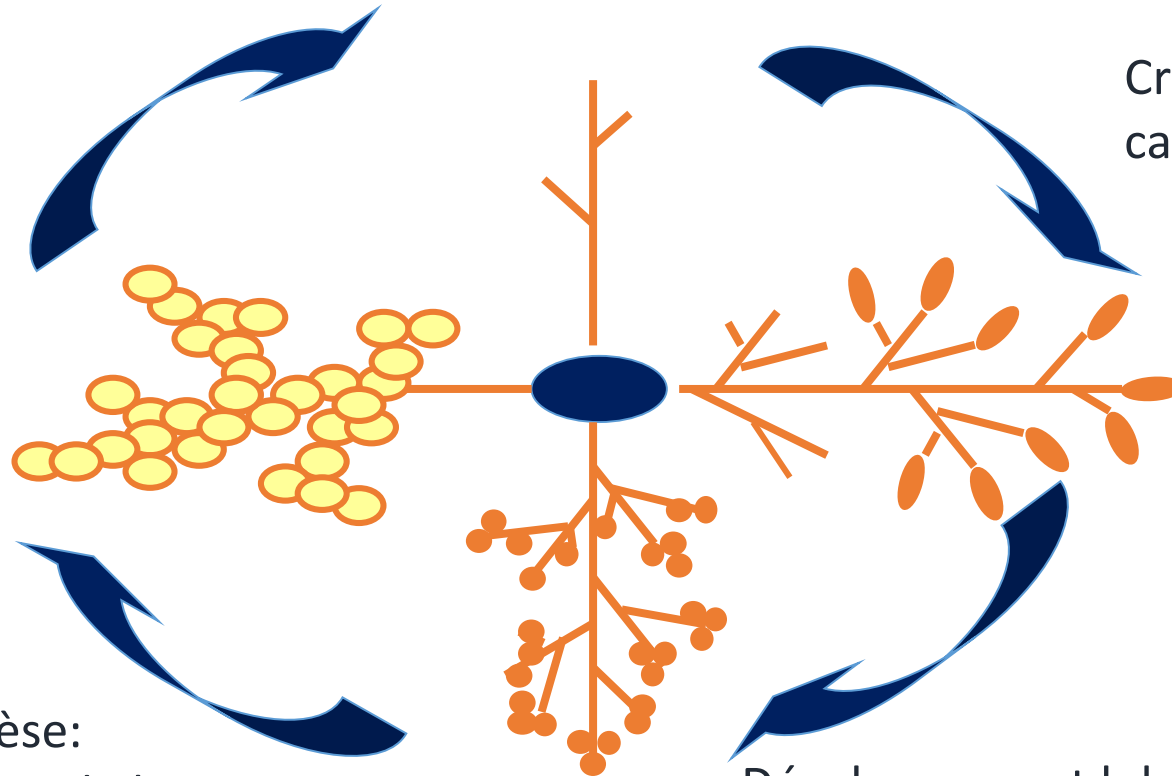
Canaux atrophiés

Involution:  
régression de la  
glande mammaire

Croissance des  
canaux

Galactopoièse:  
maintien de la  
synthèse de lait

Mammogenèse



Lactogenèse:  
développement de la  
capacité de sécrétion  
de lait

Développement lobulo-  
alvéolaire

# Physiologie de la lactation

- **1. La mammogénèse**

- 1.1. La glande mammaire
- 1.2. Etapes du développement de la glande mammaire
- 1.3. Contrôle hormonal de la mammogénèse

- **2. La lactogénèse**

- 2.1 Les hormones lactogènes
- 2.2. Mécanisme d'action des hormones lactogènes

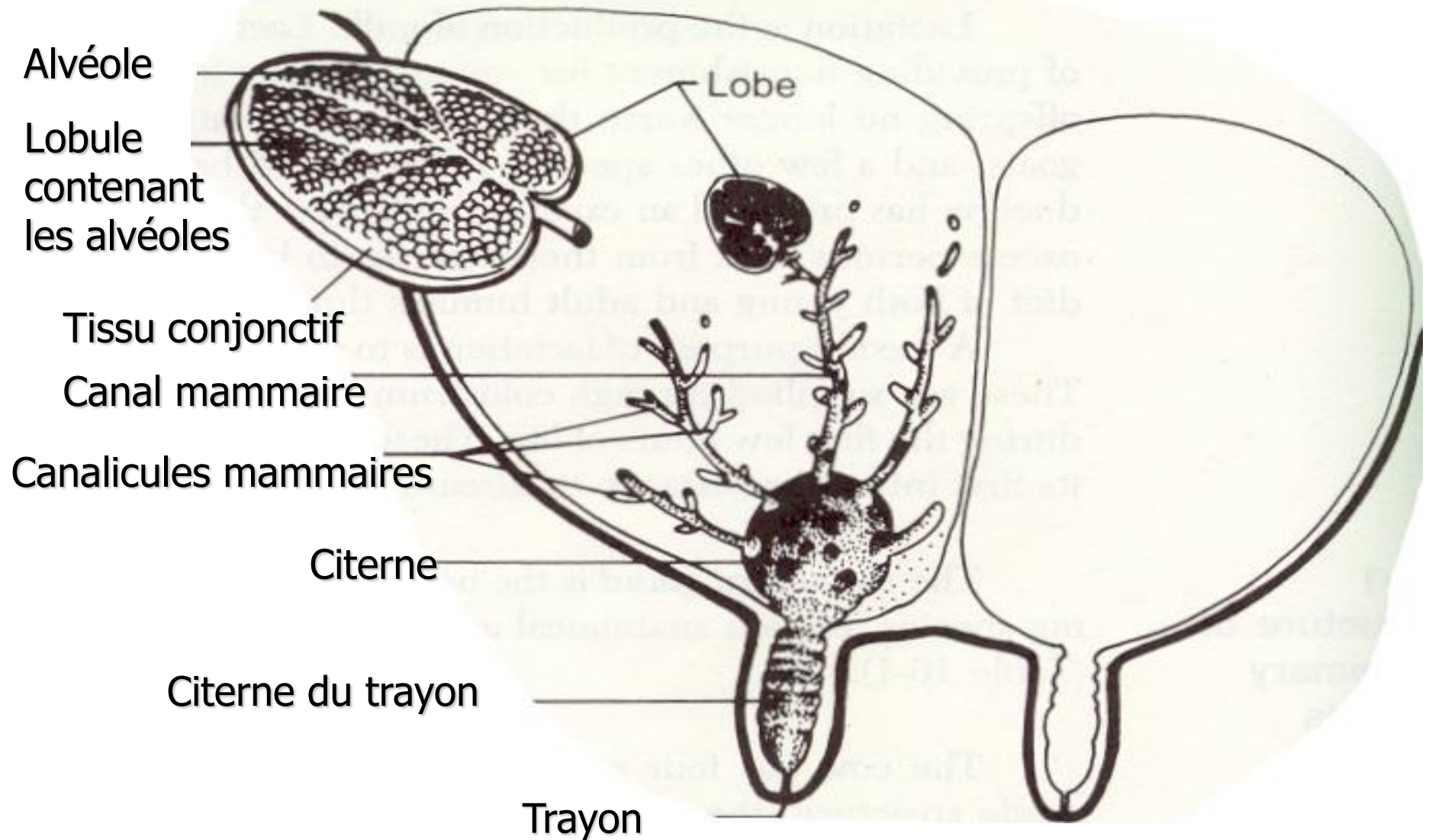
- **3. La lactation**

- 3.1. Le réflexe d'entretien de la lactation: galactopoïèse
- 3.2. Le réflexe d'éjection du lait
- 3.3. La composition et les mécanismes de sécrétion du lait

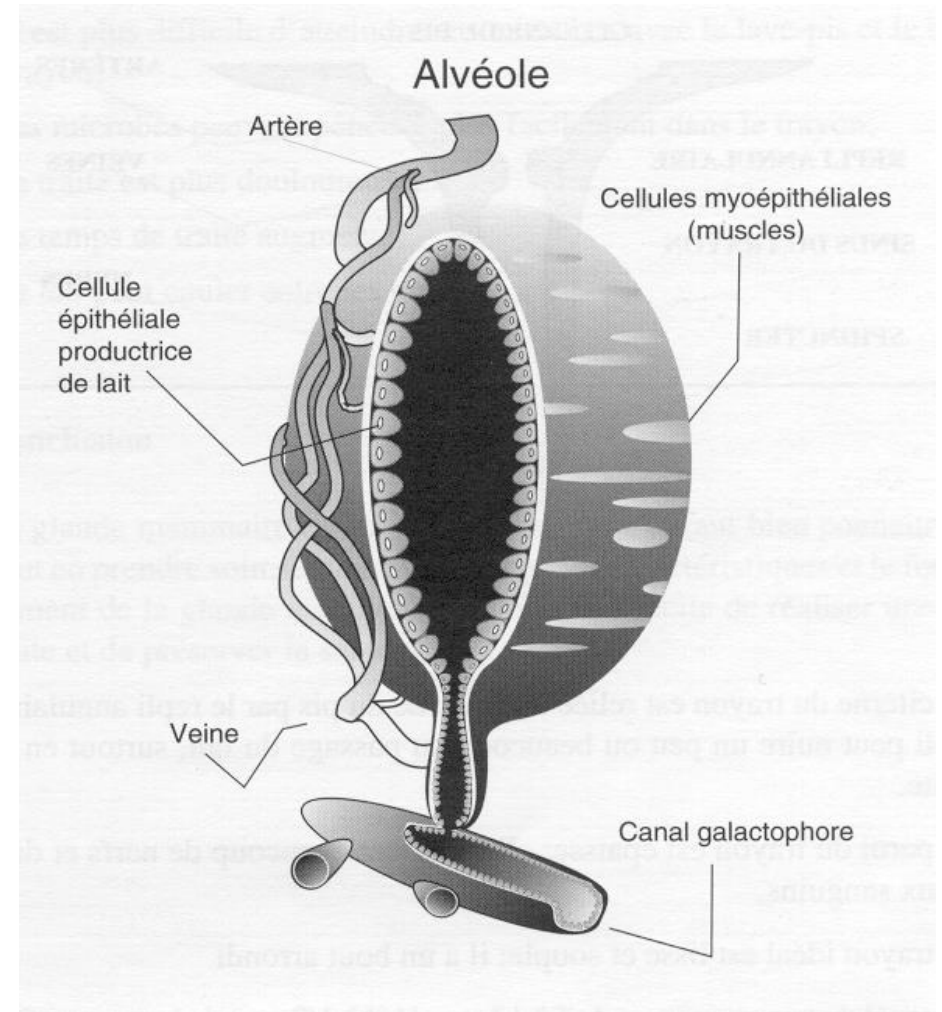
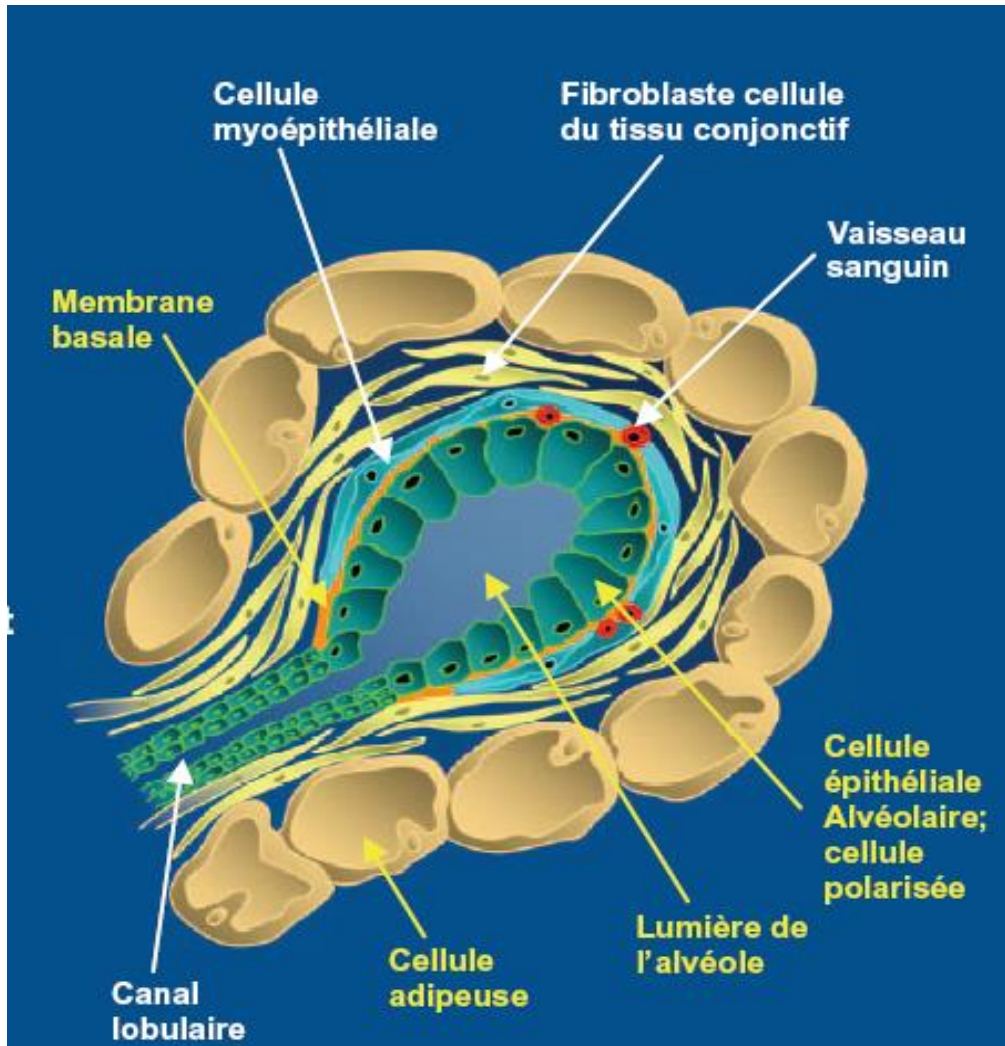
# La glande mammaire

- **Glande exocrine**
- **Entité fonctionnelle indépendante**
- **Les glandes mammaires : variations interspécifiques**
  - Paires isolées
  - Nombre variable

# La glande mammaire



# Structure de la glande mammaire





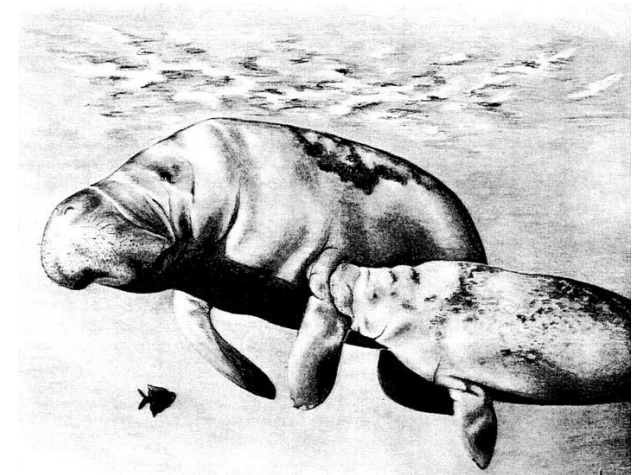
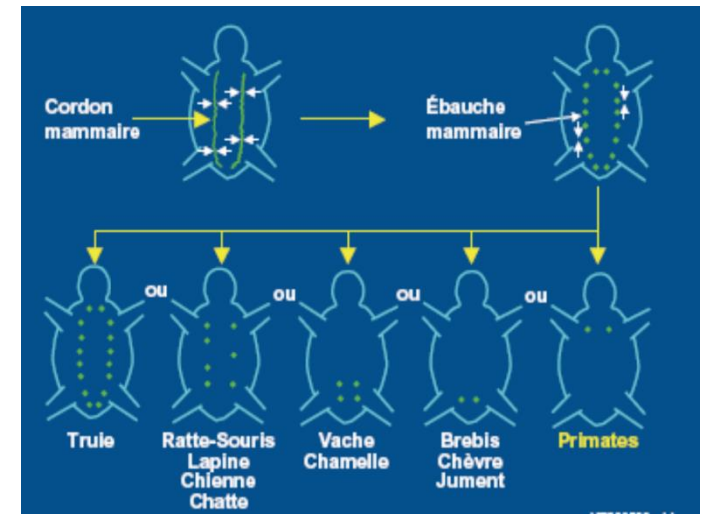
# La mammogenèse

- **Période fœtale:**

- Ebauches mammaires: induction à partir de l'ectoderme ventral du fœtus
- Les bourgeons mammaires s'individualisent à partir de cordons mammaires bilatéraux qui s'étendent de la région thoracique à la région inguinale
- Nombre et localisation des bourgeons mammaires variable selon les espèces

- **Naissance:**

- Canaux primaires entourés de cellules mésenchymateuses et structures associées (trayon, citerne)
- Cellules sécrétrices fonctionnelles « lait de sorcière »





# La mammogenèse

- **Période post natale**

- Absence de dimorphisme sexuel
- Développement isométrique suivi d'une croissance allométrique positive aux alentours de la puberté

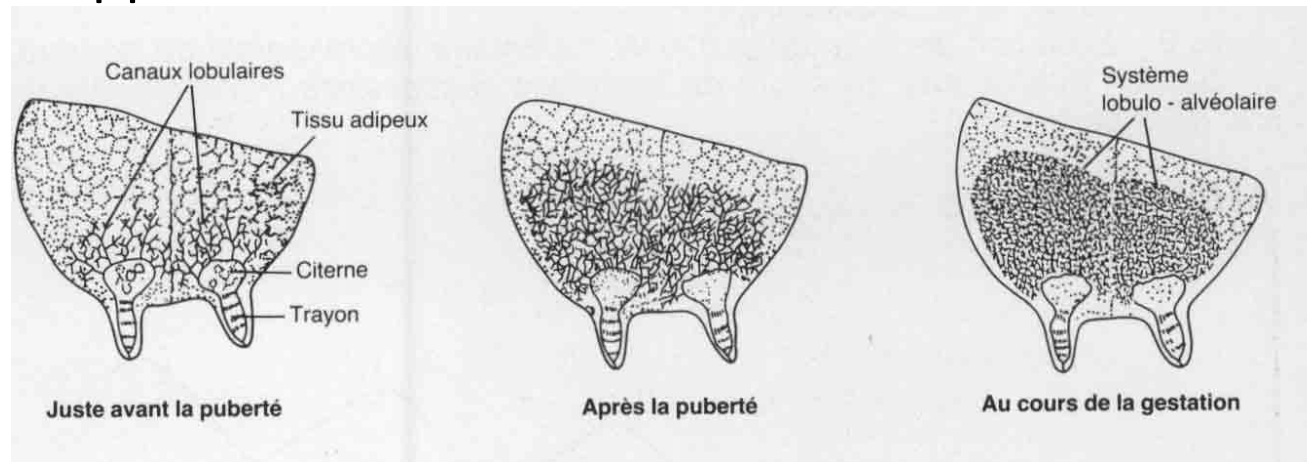
- **Puberté**

- Croissance importante des canaux mammaires et du stroma
- Développement transitoire de cellules épithéliales au cours du cycle sexuel

# La mammogenèse

## • Gestation

- Début gestation: structure canaliculaire:10%
- Développement lobulo-alvéolaire au cours de la 2<sup>ème</sup> moitié de la gestation (150<sup>ème</sup> jour gestation vache)
- Fin gestation: ensemble tubulo-alvéolaire (60-90%)
- Espèces à gestation longue (ruminants, porc, primates): développement complet au moment de la parturition
- Espèces à gestation courte (lapine, rat): poursuite du développement au cours de la lactation



# La mammogenèse

- **Fin lactation**

- Diminution du nombre de cellules épithéliales
- Involution du tissu alvéolaire
- Une nouvelle structure alvéolaire se différencie pendant le cycle reproductif suivant

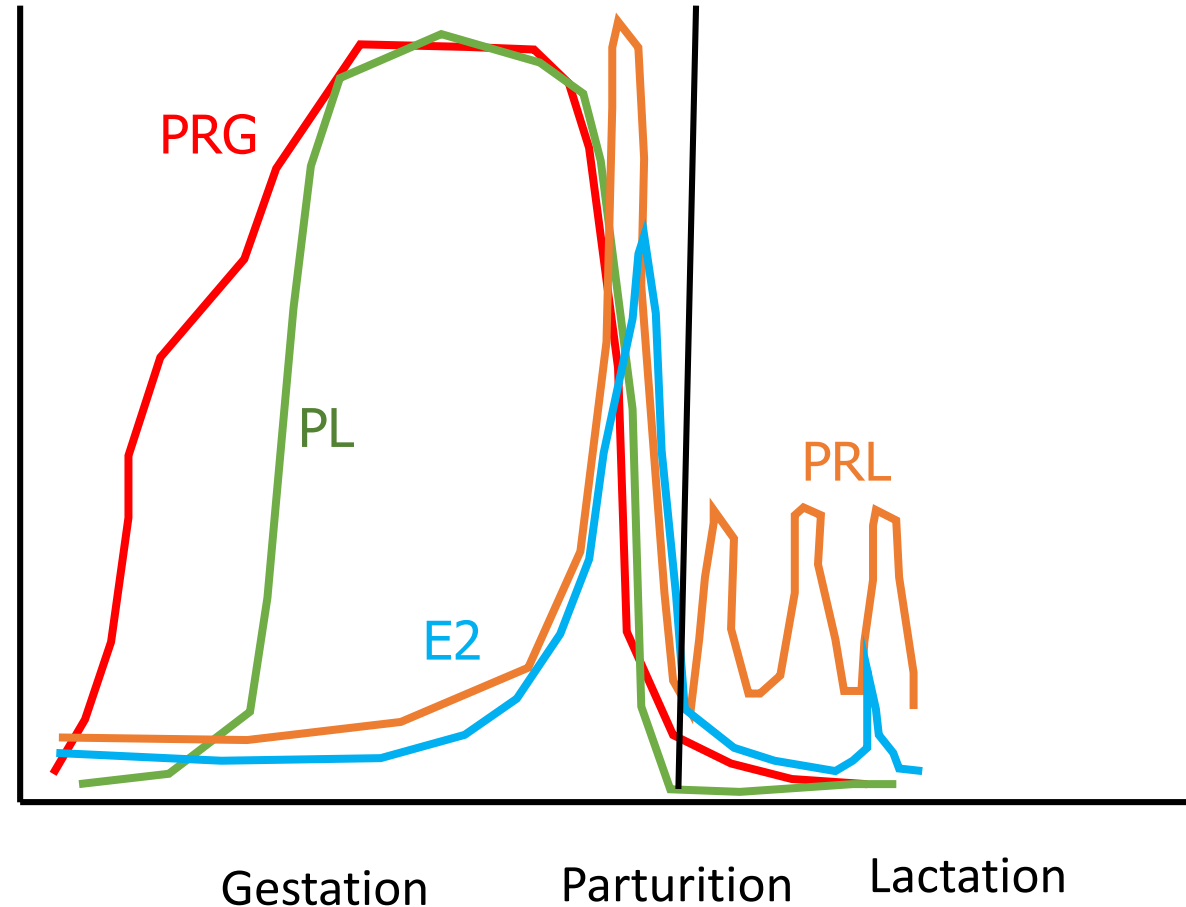
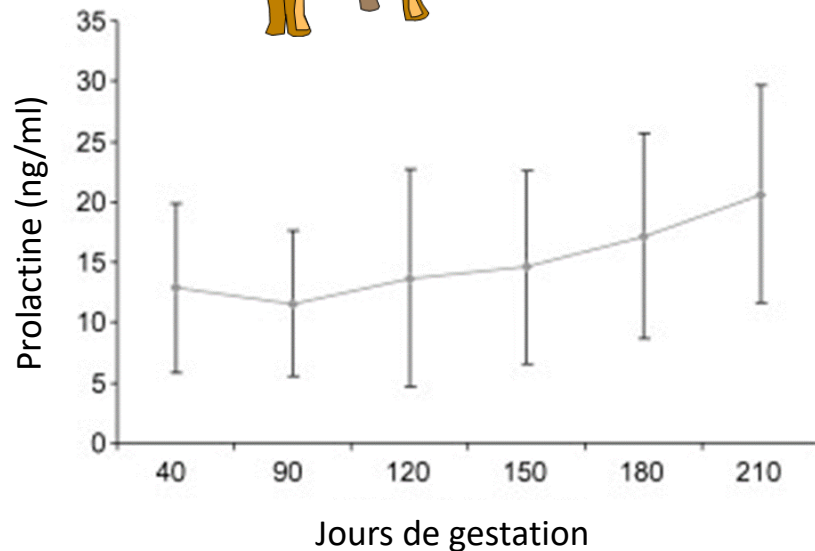
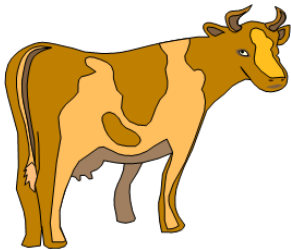
# Contrôle hormonal de la mammogenèse

- **Puberté:**

- Augmentation de la sécrétion de GnRH/LH
- Cycle ovarien: production d'oestradiol et de progestérone
- Stimulation de la croissance des canaux mammaires par les oestrogènes et l'hormone de croissance (GH)
- Rôle des facteurs de croissance produits par la glande mammaire: l'IGF-I (Insulin-Growth Factor I)

# Contrôle hormonal de la mammogenèse

## • Gestation:



PRG: progestérone

E2: oestradiol

PL: hormone lactogène placentaire

PRL: prolactine

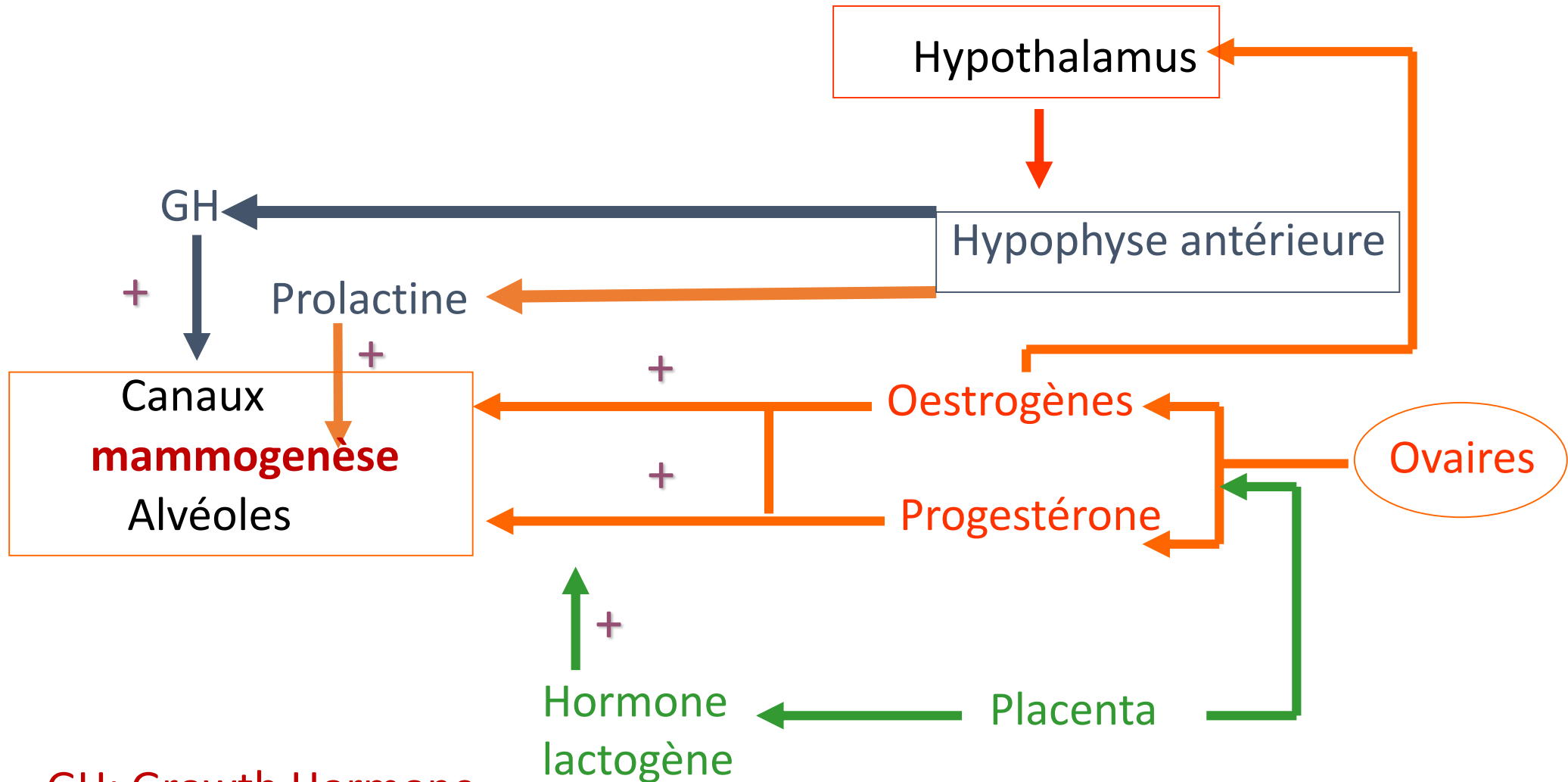
# Contrôle hormonal de la mammogenèse

## • Gestation

- La croissance mammaire nécessite des niveaux élevés d'oestradiol et de progestérone, une sécrétion de prolactine et d'hormone de croissance
- La mammogenèse est également stimulée par la sécrétion de l'hormone lactogène placentaire (ruminants, femme): activités mimétiques de GH et de la prolactine
- Induction d'une lactation chez la vache tarie suite à un traitement avec des oestrogènes et de la progestérone et la stimulation de la sécrétion de prolactine



# Contrôle hormonal de la mammogenèse



**GH: Growth Hormone**

# La lactation

- **1. La mammogenèse**

- 1.1. La glande mammaire
- 1.2. Etapes du développement de la glande mammaire
- 1.3. Contrôle hormonal de la mammogenèse

- **2. La lactogenèse**

- 2.1 Les hormones lactogènes
- 2.2. Mécanisme d'action des hormones lactogènes

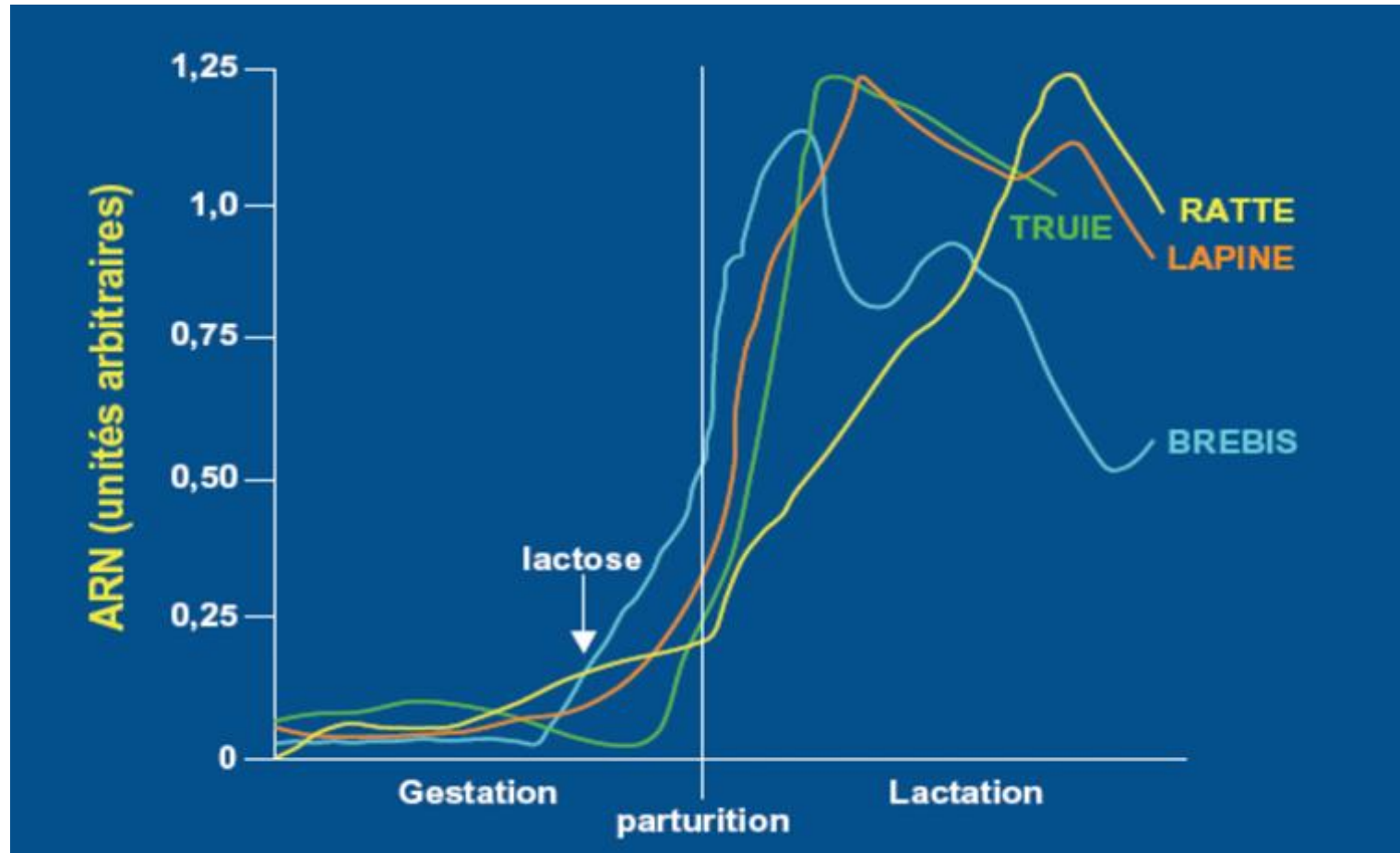
- **3. La lactation**

- 3.1. Le réflexe d'entretien de la lactation: galactopoïèse
- 3.2. Le réflexe d'éjection du lait
- 3.3. La composition et les mécanismes de sécrétion du lait

# La lactogenèse

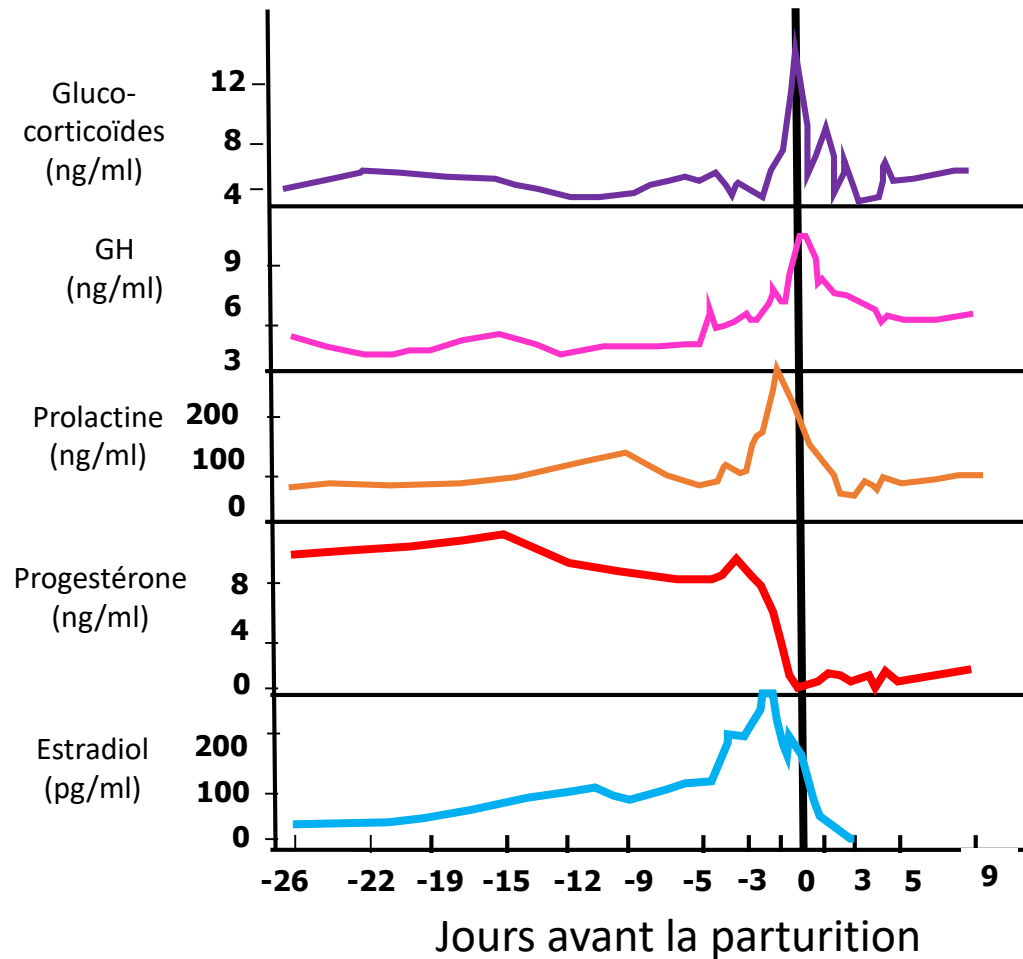
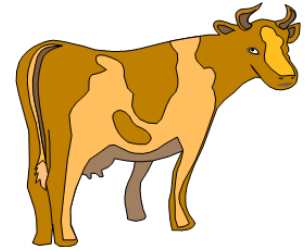
- **Apparition d'une activité synthétique de la cellule mammaire**
- **Deux phases**
  - Lactogenèse I
    - Gestation
    - Accumulation lait dans la lumière des alvéoles
  - Lactogenèse II
    - Après la parturition
    - Forte augmentation de la synthèse de lait

# Contenu en ARN total de la glande mammaire

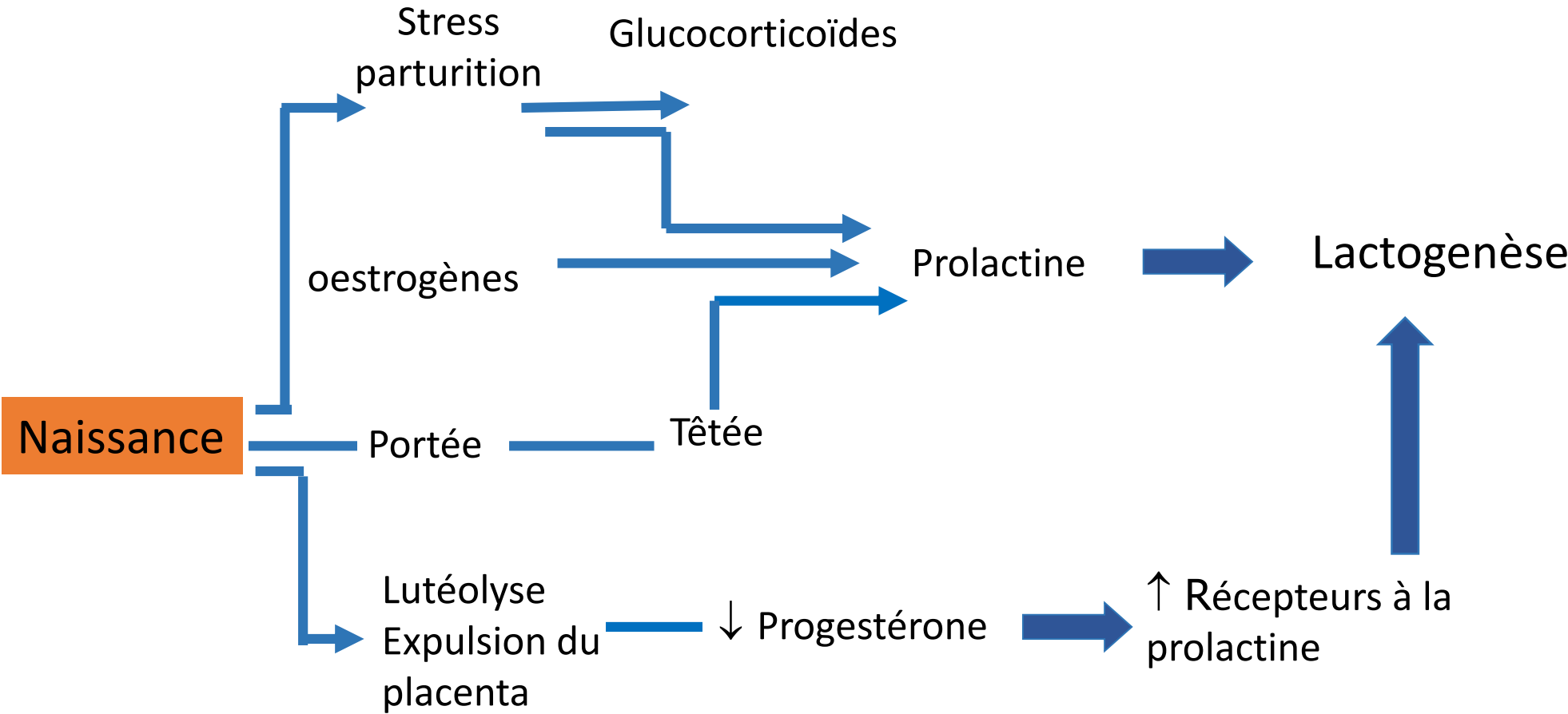


From <http://www.pha.ulaval.ca/>

# Contrôle hormonal de la lactogenèse



# Contrôle hormonal de la lactogenèse





# Les hormones lactogènes

- **Mécanismes d'action**

- Prolactine, GH

- Induction de la transcription des gènes des protéines du lait et stabilité de leurs ARNm

- Glucocorticoïdes

- Effet synergique de la prolactine
    - Réduction de la dégradation des ARNm

# La lactation

- **1. La mammogenèse**

- 1.1. La glande mammaire
- 1.2. Etapes du développement de la glande mammaire
- 1.3. Contrôle hormonal de la mammogenèse

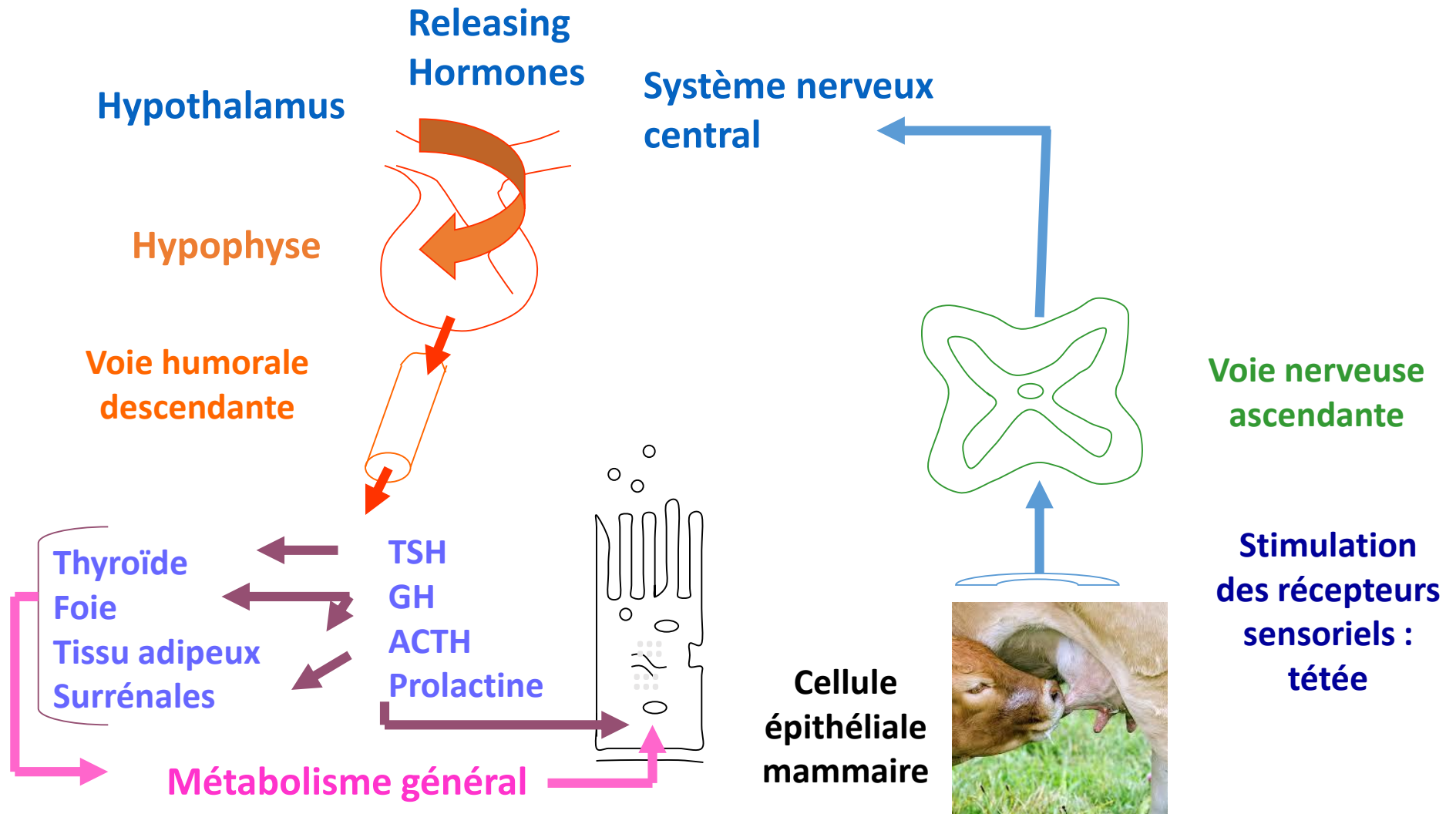
- **2. La lactogenèse**

- 2.1 Les hormones lactogènes
- 2.2. Mécanisme d'action des hormones lactogènes

- **3. La lactation**

- 3.1. Le réflexe d'entretien de la lactation: galactopoïèse
- 3.2. Le réflexe d'éjection du lait
- 3.3. La composition et les mécanismes de sécrétion du lait

# Réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation: réflexe galactopoïétique

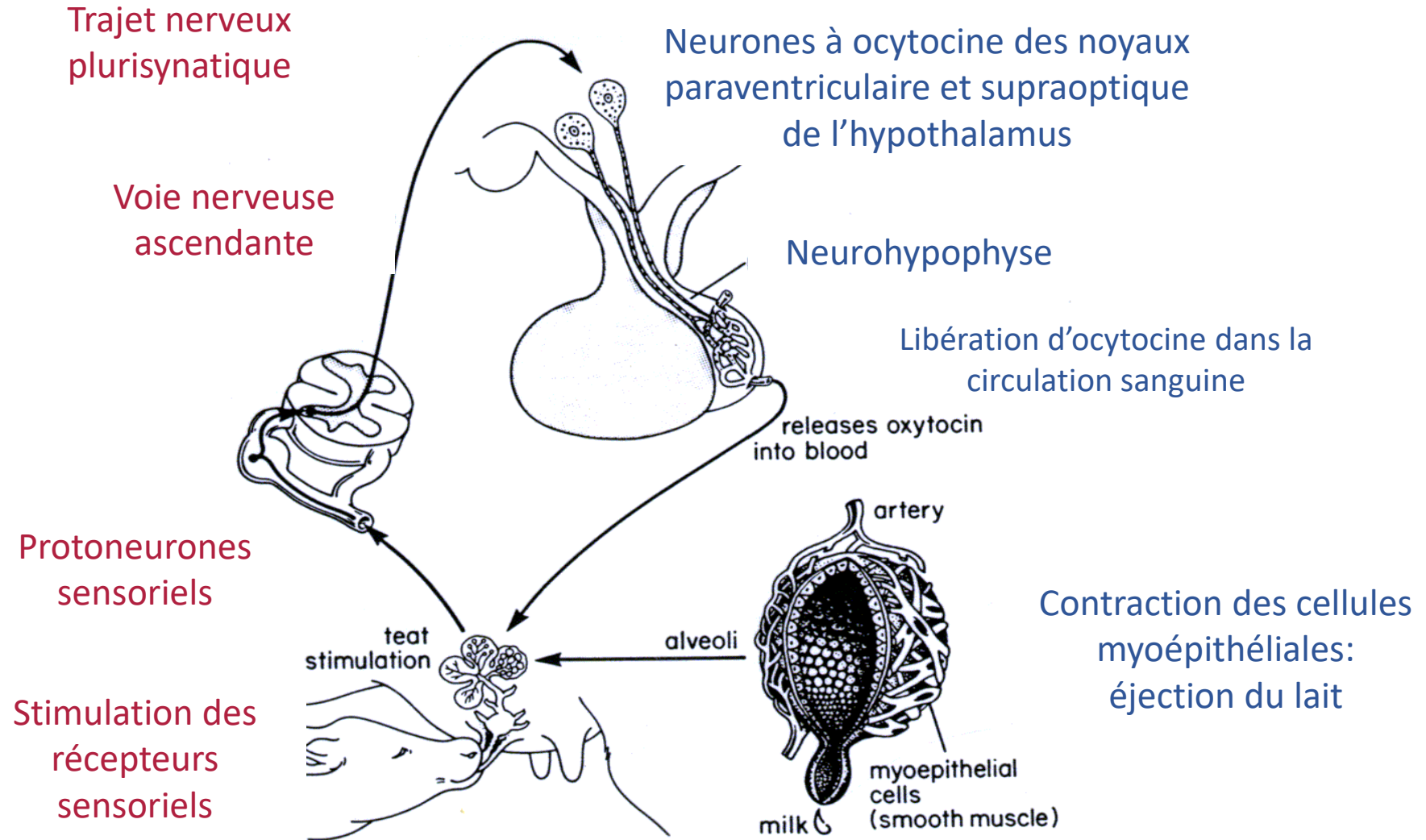


# La lactation

- Aussitôt que débute la sécrétion lactée, le stimulus de la têtée permet son entretien
- **Réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation ou galactopoïèse**
- **Axe hypothalamo-hypophysaire**
- **Hypophyse antérieure: prolactine, GH, ACTH, TSH**
- **Applications pharmacologiques: tarissement**
  - Agonistes des récepteurs dopaminergiques (-PRL)
    - Cabergoline GALASTOP
    - Métergoline CONTRALAC

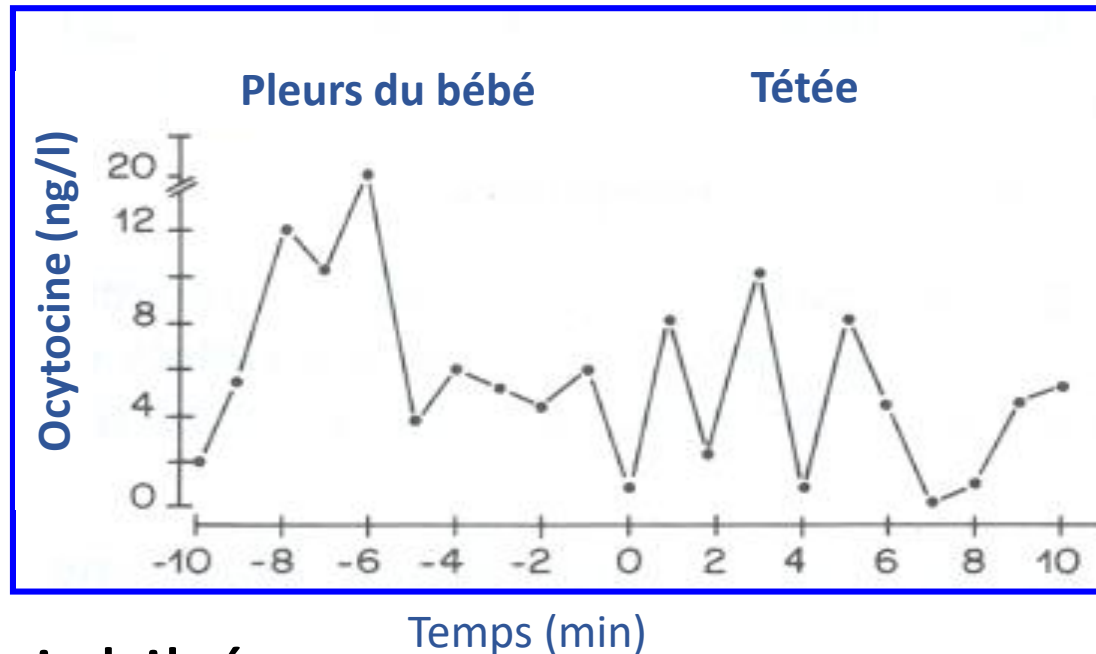


# Réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait: réflexe galactocinétique



# Réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait

- Réflexe conditionné
  - Stimuli olfactifs, visuels, auditifs (salle de traite, pleurs du bébé)



- Réflexe inhibé par:
  - Stress physique: froid, douleur
  - Stress psychique: bruit anormal



# Importance de la lactation

- **Production: 50-120 ml/kg/j**
- **Croissance du jeune**
  - Gain de poids: 0.2-0.5 g de poids par g de lait ingéré
- **Protection contre les pathogènes**
  - Cellules du système immunitaire
  - Immunoglobulines (IgG, IgA)
  - Protéine de liaison de la vitamine B12
  - Lactoferrine: limite développement bactéries
  - Importance du colostrum (1-2j après naissance): anticorps maternels: IgG, IgA, IgM (importance pour les espèces à placentation épithélio-choriale)

# Composition du lait

Espèces	Graisses	Protéines	Lactose	Eau
Jument	1,9	2,5	6,2	88,8
Vache	3,7	3,4	4,8	87,3
Femme	3,8	1,0	7,0	87,6
Chèvre	4,5	3,3	4,4	86,8
Chamelle	5,4	3,9	5,1	85,6
Truie	6,8	4,8	5,5	81,2
Brebis	7,5	5,6	4,4	80,7
Ratte	10,3	8,4	2,6	79,0
Renne	16,9	11,5	2,8	68,8
Ourse polaire	33,1	10,9	0,3	52,4
Baleine	22,2	12	1,8	62,3
<b>Phoque</b>	<b>53,2</b>	<b>11,2</b>	<b>2,6</b>	<b>32,3</b>
<b>Otarie</b>	<b>53,3</b>	<b>8,9</b>	<b>0,1</b>	<b>37,8</b>

# La composition du lait

- **Eau:** composant le plus important (70-89%) sauf pour les espèces arctiques (32%)
- **Protéines:** 2.5-12%, teneur stable au cours de la lactation
  - Caséines ( $\alpha, \beta, \kappa$ , 80-90%)
    - Insolubles à pH 4.6: sous forme de micelles (association de caséines)
    - Liaison phénylalanine de la caséine  $\kappa$  hydrolysable par la rénine: coagulation du lait dans l'estomac du jeune et absorption lente des protéines
  - Protéines du lactosérum: solubles après précipitation des micelles de caséines
    - $\alpha$ -lactalbumine,  $\beta$ -lactoglobuline, immunoglobulines,
    - Transferrine, lactoferrine (liaison des métaux)
    - Enzymes, glycoprotéines membranaires

# La composition du lait

- **Lactose**

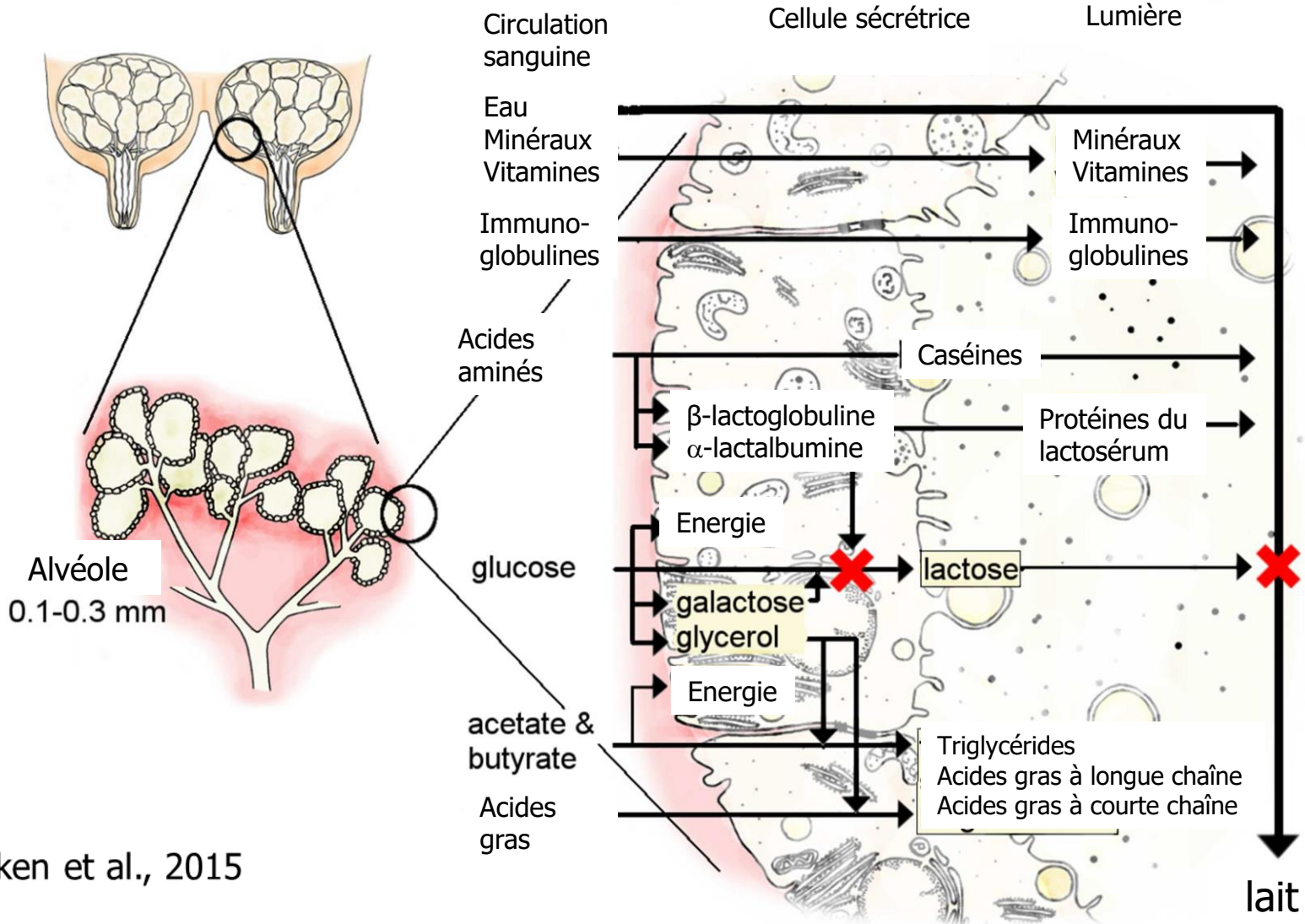
- Disaccharide glucose-galactose synthétisé par la galactosyltransférase et l' $\alpha$ -lactalbumine
- Spécifique du lait
- Teneur en lactose du lait décroissante au cours de la lactation
- Effet osmotique: contrôle entrée d'eau

- **Lipides**

- Variations interspécifiques (0-50%)
- Teneur en lipides du lait croissante au cours de la lactation
- Triglycérides (80-95%)
- Synthèse par la glande mammaire à partir du glucose et des acides gras (majorité) ou origine plasmatique
- Chez les ruminants, la glande mammaire synthétise des acides gras à partir des acides gras volatils issus du métabolisme ruminal

- **Minéraux: Ca, Mg, Na, K, Cl**

# Mécanismes de sécrétion de lait



# Mécanismes de sécrétion de lait

- La production laitière dépend de la capture du glucose par la mamelle
- Le 1<sup>er</sup> rôle du glucose dans la production laitière est sa conversion en lactose dans l'appareil de Golgi des cellules épithéliales
- Le lactose est le principal régulateur de l'incorporation de l'eau dans les vésicules sécrétoires
- Chaque kilo de lait exporte 72-76g de glucose
- L'augmentation de la production laitière associée à l'administration de GH est expliquée par ses effets métaboliques: coordination de la répartition des nutriments au bénéfice de la glande mammaire

# Anoestrus de lactation

- La prolactine et les  $\beta$ -endorphines produits au cours de la lactation sont les facteurs inhibiteurs de la sécrétion de LH
- La présence du jeune augmente la durée de l'anoestrus de lactation
- La jument a rarement un anoestrus de lactation (chaleurs de poulinage 8-15 jours après la parturition).
- La plupart des truies ont un anoestrus au cours des 2-4 semaines au cours desquelles elles allaitent leurs portées. Un œstrus fertile post sevrage est observé 2-10 jours après le sevrage et un œstrus peut être observé pendant la lactation seulement si la durée de la lactation excède 4-5 semaines.

# Conclusion

- Importance production lait
- Etapes de la mammogénèse au cours des périodes foétales, prépubère et de la gestation
- Contrôle hormonal de la mammogénèse et de la lactogénèse
- Réflexes de la lactation
- Mécanismes responsables de l'anoestrus de lactation
- Sevrage, tarissement