

Rappels anatomophysiologiques relatifs à la reproduction de la vache

Année 2008-2009
Prof. Ch. Hanzen

Table des matières

1. Objectif général	1
2. Objectifs spécifiques.....	1
3. Rappels anatomiques : le tractus génital non gestant.....	2
3.1. Le sinus urogénital	2
3.1.1. La vulve.....	2
3.1.2. Le vestibule du vagin	2
3.2. Le vagin	2
3.3. L'utérus	2
3.4. L'oviducte	3
3.5. L'ovaire	3
3.5.1. Les follicules.....	3
3.5.2. Les corps jaunes.....	4
4. Rappels anatomiques : la gestation	4
4.1. Latéralité de la gestation	4
4.2. Poids de l'utérus	4
4.3. Longueur de la corne.....	4
4.4. Epaisseur de la paroi utérine.....	4
4.5. L'utérus gestant: modifications placentaires.....	4
4.6. L'utérus gestant : la détermination de l'âge foetal	5
4.7. L'utérus gestant : l'artère utérine	5
4.8. L'utérus gestant : le grand epiploon.....	5
4.9. L'utérus gestant : chronologie du développement de l'utérus et du foetus.....	5
5. Rappels physiologiques.....	6
5.1. Le cycle sexuel : données générales	6
5.2. Notions de vague folliculaire, recrutement, sélection et dominance.....	6
5.3. Régulation hormonale du cycle sexuel.....	7
5.4. Maintien de la gestation.....	7
5.5. Déclenchement de la parturition.....	7

1. Objectif général

Ce cours constitue des prerequis indispensables à la parfaite compréhension du cours de pathologies obstétricales et de reproduction des ruminants. Il concerne l'anatomie des ovaires et de l'utérus gestant et non gestant, la physiologie du cycle sexuel, le mécanisme de déclenchement de la parturition et du maintien de la gestation.

2. Objectifs spécifiques

1. Faire un schéma (vue dorsale) du tractus génital de la vache non gestante en respectant les proportions de taille et en identifier les différentes parties.
2. Faire un schéma (vue latérale) du tractus génital de la vache non-gestante par rapport au plancher du bassin en respectant les proportions de taille et en identifier les différentes parties.
3. Faire un schéma en coupe transversale d'une corne utérine de vache en identifiant les différentes structures histologiques.
4. Enoncer les 4 phases du cycle sexuel de la vache et leur durée respective.
5. Enoncer les 6 principales hormones impliquées au cours du cycle sexuel de la vache.
6. Expliquer brièvement le rôle respectif de ces 6 hormones.
7. Faire un schéma des variations hormonales au cours du cycle de la progestérone, oestradiol, LH, FSH et la PGF2a.
8. Enoncer dans l'ordre chronologique les 5 stades du développement folliculaire.

9. Faire un schéma des modifications anatomiques des structures lutéales et folliculaires au cours des 4 phases du cycle chez la vache.
10. Faire un schéma de la cascade hormonale de déclenchement de la parturition.

3. Rappels anatomiques : le tractus génital non gestant

Le tractus génital se compose de l'arrière vers l'avant des parties suivantes: la vulve, le vestibule du vagin, le vagin, le col utérin, le corps utérin, les cornes utérines, les oviductes et les ovaires.

3.1. Le sinus urogénital

Partie commune aux appareils urinaire et génital, le sinus urogénital se compose de deux parties : la vulve et le vestibule du vagin.

3.1.1. La vulve

La vulve constitue la partie externe de l'appareil génital femelle. Elle occupe la partie ventrale du périnée. Elle est constituée de deux lèvres qui délimitent la fente vulvaire. Les deux lèvres se raccordent sur deux commissures, l'une dorsale séparée de l'anus par ce que l'on appelait avant le « périnée gynécologique » et l'autre ventrale plus épaisse et saillante située ventralement par rapport au bord postérieur de l'arcade ischiatique ou « mont de Vénus ». C'est au niveau de cette commissure ventrale que se trouve situé sous un repli de la muqueuse le clitoris (5 à 6 mm de diamètre mais 10 à 12 cm de longueur) et son muscle rétracteur. Chaque lèvre de la vulve comporte une partie cutanée externe, une partie muqueuse interne et un muscle constricteur responsable de la coaptation parfaite des lèvres vulvaires. L'irrigation de la vulve est assurée par des branches de l'artère honteuse externe. Son innervation provient principalement des nerfs honteux.

3.1.2. Le vestibule du vagin

Le vestibule du vagin est un conduit large et impair d'une longueur de 8 à 10 cm dans le quel s'ouvre tout à la fois le vagin et l'urètre (ostium large de 2 cm). Orienté obliquement en direction dorso-crâniale, il possède comme le vagin des parois très distensibles. L'urètre s'y ouvre ventralement juste en arrière de l'hymen. Les ruminants et la truie possèdent un diverticule suburétral ventral dont il faut tenir compte pour le sondage de la vessie. De part et d'autre du méat urinaire, se trouvent chez les ruminants les conduits de Gartner, reliquats des conduits mésonéphrotiques, plus ou moins allongés en direction du vagin. Caudalement, à mi-longueur du vestibule s'ouvrent les deux orifices des glandes vestibulaires majeures ou glandes de Bartholin. Leurs sécrétions auraient pour rôle de lubrifier les voies génitales externes et de par leurs composants attireraient les partenaires sexuels. Cette glande est absente chez la jument, la chèvre et la truie. Elle est inconstante chez la brebis. Ce système se trouve complété par des glandes vestibulaires mineures. L'irrigation du vestibule est assurée par les artères vaginale et honteuse interne. Son innervation provient du nerf honteux et du plexus pelvien.

3.2. Le vagin

C'est un conduit impair et médian, très dilatable d'une longueur moyenne de 30 cm et d'une largeur qui ne dépasse pas 5 à 6 cm chez la vache, prolongeant vers l'avant le vestibule du vagin, s'insérant crânialement autour du col utérin ménageant ainsi autour du col un cul de sac circulaire plus ou moins profond selon les individus appelé le fornix du vagin (absent chez la truie mais fort développé chez la jument). La muqueuse vaginale forme des plis longitudinaux peu visibles mais surtout des plis radiaires formant une collerette de trois à cinq replis entourant l'ouverture vaginale du col. Vers l'arrière, le vagin communique avec le vestibule vaginal par l'ostium du vagin dont le pourtour est marqué par un vestige de l'hymen, cloison mince et incomplète de développement variable plus souvent distinct chez la jument et la truie que chez les ruminants. La séreuse ne recouvre que très partiellement le vagin chez les ruminants et la truie (cul de sac recto-vaginal dorsal ou cul de sac de Douglas et cul de sac vésico-vaginal ventral. Chez la jument le cul de sac de Douglas recouvre le tiers antérieur du vagin.

La musculature est peu développée. La muqueuse comporte un épithélium stratifié pavimenteux. Le nombre de ses couches cellulaires augmente pendant l'oestrus. L'irrigation est assurée par l'artère vaginale. L'innervation sympathique est assurée par le nerf hypogastrique et l'innervation parasymphatique par les nerfs sacraux.

3.3. L'utérus

Communément aussi appelé matrice (Metra), l'utérus est l'organe de la gestation.

Organe creux, il se compose de deux cornes, d'un corps et d'un col. Il est de type bipartitus chez les ruminants les deux cornes étant unifiées caudalement sur une petite portion ou corps utérin. Isolé, l'utérus pèse en moyenne 400 grammes (200 à 550 grammes) et représente 1/1500^{ème} du poids vif de l'animal. La paroi de l'utérus se compose de trois tuniques une séreuse ou périmètre, une musculature ou myomètre et une muqueuse ou endomètre. L'endomètre comporte un épithélium

simple et une propria. L'épaisseur et l'œdème de la propria diminuent au cours de la phase progestéronique du cycle et augmentent au cours de la phase oestrogénique.

Le col utérin ou cervix est peu discernable en surface sur une pièce anatomique. Il est beaucoup plus long (10 cm) que le corps utérin. Il présente la particularité chez la vache d'être fibreux et de comporter une structure interne dite en fleurs épanouies qui en rend la cathétérisation (passage au moyen d'une sonde ou d'un pistolet d'insémination) difficile.

Le corps utérin est court chez la vache (3 cm).

D'une longueur de 35 à 45 cm, les cornes utérines se rétrécissent progressivement en direction des oviductes auxquels elles se raccordent sous la forme d'une inflexion en S. Elles ont en effet un diamètre de 3 à 4 cm à leurs bases et de 5 à 6 mm à leurs extrémités. Incurvées en spirale, leurs apex sont très divergents et situés latéralement à peu près dans l'axe de la spirale. Cette disposition positionne les ovaires à hauteur du col de l'utérus. Leur bord mésométrial (petite courbure) est concave et situé ventralement chez les ruminants.

Leur bord libre ou grande courbure est convexe et situé à l'opposé du précédent. Les deux cornes sont unies à leur base par deux ligaments intercornaux l'un ventral et l'autre dorsal plus court que le précédent. L'utérus est principalement irrigué par (1) l'artère utérine qui prend naissance au début de l'artère iliaque interne et (2) par un rameau utérin de l'artère vaginale, dérivée comme l'artère honteuse interne plus postérieure de l'artère iliaque interne.

L'endomètre est gris rougeâtre et présente le plus souvent quatre rangées longitudinales de caroncules, plus saillantes si la femelle a été gestante, dépourvues de glandes, arrondies ou ovalaires légèrement déprimées en leur centre chez les vaches, dont le volume augmente de manière considérable pendant la gestation pour former avec le cotylédon fœtal un placentome.

3.4. L'oviducte

Encore appelé trompe utérine ou salpinx ou trompe de Fallope, il constitue la partie initiale des voies génitales femelles. Il reçoit l'ovocyte, s'y déroule la fécondation et les premiers stades (J1 à J4 de gestation) du développement de l'embryon. Très flexueux, l'oviducte a une longueur de 30 cm chez la vache et un diamètre de 3 à 4 mm. Il se compose d'un infundibulum s'ouvrant sur la bourse ovarique, d'une ampoule bien identifiable chez la jument, et d'un isthme de diamètre de 2 mm se raccordant progressivement à la corne utérine. L'oviducte comporte une séreuse, une musculuse et une muqueuse.

3.5. L'ovaire

Les dimensions de l'ovaire varient en fonction du développement de ses structures fonctionnelles. En moyenne, sa longueur est de 35 à 40 mm, sa hauteur de 20 à 25 mm et son épaisseur comprise entre 15 et 20 mm. Il a une forme aplatie, ovoïde en forme d'amande. Son poids de 1 à 2 g à la naissance est de 4 à 6 g à la puberté et d'une quinzaine de g chez l'adulte (10 à 20 g). En général l'ovaire droit est 2 à 3 g plus lourd que l'ovaire gauche.

L'ovaire comporte un bord libre et un bord sur lequel se fixe le mésovarium, zone du hile recevant une importante vascularisation qu'il conviendra lors d'un examen échographique de ne pas confondre avec les follicules ovariens. L'ovaire comporte une zone vasculaire centrale (medulla) et une zone parenchymateuse périphérique (cortex).

La bourse ovarique est délimitée par le mésovarium d'une part, élément de suspension de l'ovaire et par le mésosalpinx fixant l'oviducte à proximité de l'ovaire.

L'irrigation de l'ovaire est assurée par l'artère ovarique issue de la partie caudale de l'aorte abdominale. Elle délègue avant d'atteindre l'ovaire une petite branche utérine. Au terme de nombreuses ramifications, elle atteint le hile de l'ovaire au travers du mesovarium. On précisera la coexistence étroite entre la veine utérine d'une part et l'artère ovarique d'autre part. Ce plexus est directement impliqué dans la régulation du cycle, la prostaglandine F2alpha passant chez la vache directement de la veine utérine dans l'artère ovarienne. Ce mécanisme dit de contrecourant n'est pas spécifique à l'ovaire;

L'ovaire renferme de manière plusieurs types d'organites physiologiques : les follicules d'une part et les corps jaunes d'autre part. Dans l'un et l'autre cas, il en existe en effet de plusieurs types présentant chacun leurs caractéristiques anatomiques mais aussi hormonales. Ces structures coexistent tout au long du cycle et interagissent dans sa régulation.

3.5.1. Les follicules

Les follicules sont dits primordiaux (0.04 mm), primaires (0.06 à 0.12 mm), secondaires (0.12 à 0.2 mm), tertiaires (0.3 à 2 mm) préovulatoires (2 à 20 mm) et de De Graaf (20 à 25 mm). Histologiquement, seuls les follicules préovulatoires et de De Graaf sont cavitaires et donc visibles par échographie. Anatomiquement, seuls les follicules préovulatoires et de De Graaf sont palpables manuellement.

3.5.2. Les corps jaunes

Lors de l'ovulation, le follicule diminue de volume, sa paroi se plisse et sa cavité se remplit d'un exsudat sero-fibrineux qui ne tarde pas à coaguler. Il s'en suit une importante néoformation capillaire d'une part et une importante multiplication et transformation des cellules de la granuleuse en cellules lutéales (lutéocytes) d'autre part. Au cours de cette phase de développement (premiers jours du metoestrus), le coagulum initial s'infiltré de sang et justifie l'appellation de corps jaune hémorragique ou encore de corps rouge donné à cette structure de couleur rouge sombre voire noirâtre. Progressivement se multiplient deux types de cellules les unes dérivées de la granuleuse (grandes cellules lutéales), les autres dérivées de la thèque (petites cellules lutéales). Après quelques jours, ces cellules refoulent en tout ou en partie le coagulum vers le centre ou il persiste sous la forme d'une simple traînée ou sous la forme d'une cavité ou moins importante telle que celle observée dans les corps jaunes cavitaires. Les cellules lutéales se sont simultanément chargées en un pigment caroténoïde, la lutéine donnant au corps jaune pleinement développé sa teinte orange voir jaune caractéristique. Ce pigment est plus brunâtre chez les petits ruminants et la truie. Le corps jaune atteint alors une taille de 20 à 25 mm de large et de 25 à 30 voire 35 mm de long. Vers la fin du dioestrus, le corps jaune rentre progressivement en régression. Il prend une teinte plus rouille, sa saillie en surface (stigma) se réduit progressivement, il subit une dégénérescence fibreuse puis fibrohyaline qui lui donne un aspect blanchâtre (corpus albicans).

4. Rappels anatomiques : la gestation

4.1. Latéralité de la gestation

Tous les auteurs s'accordent à dire que chez la vache la corne droite est plus souvent gravide que la corne gauche. Des valeurs comprises entre 57 et 67 % ont été avancées, une valeur moyenne de 60 % pouvant être retenue. De même, le taux de gémeauté est compris selon plusieurs enquêtes entre 0.5 % dans le bétail à viande et 1.04 % dans le bétail laitier. Des pourcentages peuvent augmenter chez les sujets bien entretenus ou plus âgés. Le plus souvent il y a un fœtus dans chaque corne et un corps jaune sur chaque ovaire. Des gestations unilatérales ont néanmoins été observées. Dans 4 à 6 % des cas une gestation gémeauté peut être observée avec un seul corps jaune. Les triplés seraient observés dans 0.02 % des gestations.

4.2. Poids de l'utérus

Le poids de l'utérus avec son contenu se trouve centuplé au cours de la gestation. De 800 g à la fin du premier mois il passe à 40 voire 80 kgs à la fin du 9^{ème} mois. Vidé de son contenu, l'utérus passe de 500 g à 6 voire 10 kgs en fin de gestation. Son poids serait multiplié par 15 à 18 chez la vache. Sa capacité passerait de 200 ml à 55 litres en fin de gestation.

4.3. Longueur de la corne

L'extension crâniale de la corne gestante est également remarquable : la distance séparant la grande courbure de l'exocol passerait de 24 à 96 cm. Selon Barone, l'utérus d'une vache de taille normale atteindrait 90 cm environ sur son grand axe en fin de gestation. En fait cette valeur est sous-évaluée compte tenu de la forte incurvation de l'organe en cours de gestation. Ainsi, mesurée au niveau de sa grande courbure, l'utérus atteindrait du col utérin à l'ovaire en fin de gestation 1.5 m de longueur chez la vache. L'extension crâniale de la corne gestante ne s'accompagne pas de celle des ligaments larges qui en fin de gestation ne soutiennent plus que le tiers caudal de l'organe, laissant une importante mobilité aux deux tiers antérieurs.

Ces modifications de longueur sont responsables d'un déplacement différent des ovaires. Situés normalement à environ 16 cm de l'exocol, leur distance par rapport à ce dernier augmente en cours de gestation. Ainsi, l'ovaire ipsilatéral à la corne gestante peut se trouver déplacer à 39 cm environ de ce dernier et l'ovaire contralatéral à 31 cm.

La circonférence utérine serait de 26 cm à la fin du 1^{ème} mois à 130 cm en fin de gestation.

4.4. Épaisseur de la paroi utérine

L'épaisseur de la paroi utérine serait de 5.4 mm dans le cas d'un utérus non-gestant à 1.3 mm au niveau de la corne gestante et 1.8 mm au niveau de la corne non-gestante. Lors de césarienne, la brusque rétraction de l'organe en augmenterait l'épaisseur jusque 1 à 2 cm.

4.5. L'utérus gestant: modifications placentaires

Le placenta subit également de profondes modifications en cours de gestation. Le nombre total de caroncules peut varier entre 42 et 132 avec une valeur moyenne comprise entre 70 et 110. Certains auteurs ont avancé le nombre moyen de 97 en cas de gestation simple et de 170 en cas de gémeauté. La taille des placentomes serait de 6.5x3.5x2.0 à la fin du 4^{ème} mois

et de 14.0x6.5x4.5 à la fin du 9^{ème} mois. Le poids moyen des caroncules serait de 300 g. Le poids des enveloppes atteint en moyenne 4.0 kgs dans les gestations simples, 6.5 kgs dans les gestations doubles mais la variation est comprise entre 2.0 et 16.0 kgs. Les annexes des fœtus mâles seraient de 300 à 800 g supérieures à celles des fœtus de sexe femelle. Le volume des eaux fœtales, amniotiques et allantoïdiennes, augmente brusquement entre le 40^{ème} et le 65^{ème} jour de gestation puis entre le 3^{ème} et le 4^{ème} mois puis à nouveau entre le 6.5 et le 7.5^{ème} mois. La première et la dernière augmentation est due celle des liquides allantoïdiens, la deuxième à celle du liquide amniotique. Le volume total des liquides serait de 5 litres à 5 mois et de 20 litres au terme de la gestation.

4.6. L'utérus gestant : la détermination de l'âge foetal

Diverses méthodes ont été proposées pour estimer l'âge du fœtus.

Selon la méthode dite de Schmaltz, pour les 12 premiers centimètres, chaque centimètre représente une semaine d'âge. Pour les fœtus de taille supérieure, une semaine est ajoutée par 2.5 cm supplémentaire. Cette méthode ne semble cependant être valable que de la 10^{ème} à la 20^{ème} semaine.

Dans la formule de Keller, la taille est mesurée par la distance entre la base de la tête et la base de la queue (d). Le stade la gestation (x exprimé en mois lunaires soit 28 jours) est déterminé au moyen de la formule suivante : $d \text{ (en cm)} = x(x + 2)$. Les résultats ne seraient valables qu'à partir du 2^{ème} mois de gestation et donneraient des valeurs excessives au cours des deux derniers mois de la gestation.

4.7. L'utérus gestant : l'artère utérine

L'artère utérine subit également d'impressionnantes modifications. Né sous la première vertèbre sacrée, le tronc de l'artère utérine double sa longueur en fin de gestation et s'étend alors sur 50 à 60 cm. Son calibre passe de la taille d'un brin de paille à celui d'un doigt. Les trajets de ces artères deviennent asymétriques. Du côté de la corne gestante se développe davantage la portion vaginale de l'artère utérine. Particulièrement mobile, elle devient frémissante à partir du 4^{ème} mois (thrill). Par ailleurs, les deux rameaux utérins primaires, crânial et caudal, résultant de la bifurcation terminale de l'artère utérine se subdivisent en arcades anastomotiques le long de la petite courbure des cornes. Ils s'en échappent des rameaux utérins pariétaux. Ces modifications vasculaires persistent chez les animaux qui ont été gestants.

4.8. L'utérus gestant : le grand épiploon

Chez la vache, le grand épiploon présente une disposition particulière. Les deux lames qui le constituent restent distinctes. L'une s'insère sur le sillon longitudinal inférieur du rumen et l'autre dans le sillon supérieur. Elles tapissent les deux côtés du sac inférieur ou droit du rumen, se rejoignent à son bord inférieur puis appliquées l'une à l'autre, remontent dans le flanc droit jusqu'au niveau de la région sous-lombaire où elles s'insèrent en commun après avoir adhéré à la partie terminale du colon. Elles délimitent ainsi une cavité pratiquement virtuelle sauf dans le flanc gauche qui renferme le sac droit du rumen. Cependant ces deux lames de l'épiploon et le rumen forment un vaste sac à paroi très solide dans laquelle est logée l'ensemble de la masse intestinale c'est la bourse omentale ou cavité supra-omentale.

4.9. L'utérus gestant : chronologie du développement de l'utérus et du foetus

Vers le 35^{ème} jour le diamètre de la corne utérine est compris entre 5 et 10 cm. On commence à pouvoir identifier le glissement des membranes fœtales au travers de la paroi utérine (slipping réalisé par la préhension de la corne et son glissement entre les doigts et le pouce pour obtenir la sensation d'une « chemise au travers du veston »).

- Au 45^{ème} jour, l'asymétrie des cornes et le glissement des membranes fœtales sont aisément identifiés.

- Au 60^{ème} voire 70^{ème} jour, l'utérus commence à basculer dans l'abdomen. La corne gestante a la forme d'une banane et sa taille est double de la corne non-gestante. Les cotylédons commencent à être palpables. Le scrotum est identifiable sur le fœtus qui a la taille d'une souris.

- Au 90^{ème} jour, le col est localisé sur le bord antérieur du bassin. La corne gestante a la forme d'un gant de boxe et sa taille est comparable à celle d'un ballon de football. Le foetus a la taille d'un rat et sa tête celle d'une balle de ping-pong. Des poils sont identifiables au niveau des lèvres, du menton et des paupières du foetus.

- Au 120^{ème} jour, l'utérus a la taille d'un gros ballon de football. Le foetus a la taille d'un petit chat et sa tête celle d'un citron. Son flottement dans la cavité utérine est aisément perceptible par succussion de l'utérus. Les cotylédons ont une taille de 2.5 cm. Le thrill ou fremitus de l'artère utérine est aisément identifié. De fins poils sont identifiables sur les sourcils du foetus. Les onglons sont bien développés. L'ébauche des cornes est visible.

- Au 150^{ème} jour, l'utérus a terminé sa descente et se retrouve sur le plancher de la cavité abdominale. Entre le 165^{ème} et le 210^{ème} jour de gestation, le foetus n'est habituellement plus palpable. Les testicules sont présents dans le scrotum. Les ébauches des trayons sont bien identifiables. Les poils sont nettement présents sur les sourcils et les lèvres.

- Au 180^{ème} jour de gestation, des poils sont présents dans l'oreille, au bout de la queue et autour de l'ébauche des cornes.

- Vers le 210^{ème} jour de gestation, l'utérus entame sa remontée et le foetus devient de plus en plus aisément palpable. Il présente des poils sur les métatarses, métacarpes et les extrémités des membres.

- Au 240^{ème} jour de gestation, une fine pilosité commence à apparaître sur l'entièreté du corps. Les incisives ne sont pas encore sorties.

5. Rappels physiologiques

5.1. Le cycle sexuel : données générales

La femelle bovine est une espèce dite polyoestrienne non saisonnière. Son cycle oestral est classiquement divisé en 4 périodes. La première correspond à l'oestrus. Phase d'acceptation du mâle elle se traduit par des signes majeurs et mineurs. Sa durée est d'une dizaine d'heures. C'est une phase d'imprégnation oestrogénique maximale. Le métoestrus d'une durée de 6 jours lui fait suite. Cette phase correspond d'une part à l'ovulation (ce processus survient une quinzaine d'heures environ après la fin de l'oestrus) et d'autre part au développement lutéal. La troisième phase est le dioestrus. Sa durée est d'environ 12 jours. Elle correspond au développement maximal du corps jaune. Métoestrus et dioestrus sont donc des phases d'imprégnation progestéronique. Le cycle se termine par la quatrième phase ou prooestrus au cours de laquelle en 3 jours environ, on assiste d'une part à la régression du corps jaune et au développement du follicule préovulatoire.

Les phases d'imprégnation oestrogénique (prooestrus et surtout oestrus) se traduisent cliniquement par la présence d'un écoulement muqueux de plus en plus abondant et filant, l'augmentation de la consistance des cornes (ferme puis tonique) et la présence d'un follicule préovulatoire ou de De Graaf. Les phases d'imprégnation progestéronique se caractérisent par la présence sur l'ovaire d'un corps jaune hémorragique puis d'un corps jaune, d'un écoulement muco-sanguinolent (en début de métoestrus), d'une absence de sécrétions muqueuses (en dioestrus) et d'une consistance flasque des cornes utérines.

La manifestation de cette activité cyclique n'est observée chez la génisse qu'après la puberté et chez la vache qu'après une période dite d'anoestrus physiologique. De même n'est-elle pas observée au cours de la gestation ou lors d'états pathologiques d'origine ovarienne (kystes) ou utérine (pyométre).

5.2. Notions de vague folliculaire, recrutement, sélection et dominance

C'est l'échographie qui a permis de confirmer la théorie des vagues folliculaires selon laquelle le développement folliculaire apparaît non pas de manière aléatoire mais sous la forme de croissances et de régressions synchrones de plusieurs follicules appelées vagues. Chaque vague consiste en l'émergence, tous les 7 à 9 jours environ, de plusieurs follicules, de diamètre égal ou supérieur à 5 mm, parmi lesquels, au bout de quelques jours, apparaîtra un follicule dit dominant. Ce schéma de croissance folliculaire a également été décrit lors d'autres états physiologiques tels que les 45 voire 70 premiers jours de la gestation, la période prépubertaire et le post-partum.

Chez la vache, une à quatre vagues par cycle ont été décrites. Habituellement cependant, un cycle ne comporte que 2 voire plus rarement 3 vagues, le follicule préovulatoire étant issu de la dernière vague. Si trois vagues sont observées, elles débutent habituellement aux jours 2, 9 et 16 du cycle. Si celui-ci n'en comporte que deux, elles apparaissent aux jours 2 et 11 du cycle.

Au cours d'une vague de croissance folliculaire, le follicule est susceptible de passer par plusieurs étapes dites de recrutement, sélection et dominance.

Le terme "**recrutement**" s'applique à tout follicule qui a dépassé le stade auquel habituellement la plupart des follicules de la réserve folliculaire deviennent atériques. Il concerne 2 à 5 follicules de taille comprise entre 3 et 6 mm.

La **sélection** fait référence au processus par lequel parmi les follicules recrutés, seuls arriveront au stade préovulatoire des follicules en nombre caractéristique de l'espèce ou de la race.

La **dominance** est tout à la fois morphologique (DM) et fonctionnelle (DF). Elle est qualifiée de morphologique (DM) parce qu'elle est exercée par le plus gros follicule présent sur l'un ou l'autre ovaire. Le follicule dominant a été défini comme une structure folliculaire qui croît à au moins 11 mm de diamètre et excède le diamètre des autres follicules au sein d'une même vague de croissance. Elle est également fonctionnelle (DF) parce que le follicule dominant est le seul qui soit capable de provoquer la régression de follicules en croissance ou d'inhiber la croissance d'autres follicules et d'ovuler dans un environnement hormonal approprié.

L'intégration des notions de recrutement, sélection et dominance à celle de vagues de croissance folliculaire permet de répartir les follicules d'une même vague de croissance folliculaire en 4 classes. La première concerne les follicules recrutés : leur taille comprise entre 3 et 5 mm est inférieure à la taille minimale requise pour observer une ovulation. Pendant les 2 au 3 premiers jours d'une vague, le nombre de ces follicules diminue tandis que celui des follicules de la classe 2 augmente. Les follicules de la classe 2 peuvent potentiellement devenir le follicule ovulatoire. Leur taille est comprise entre 6 et 10 mm. Vers le 4^{ème} jour de la vague, apparaît le follicule dominant (classe 3). Sa taille est comprise entre 10 et 15 mm : il est virtuellement capable d'ovuler. Sa présence s'accompagne au cours des jours suivants d'une diminution du nombre des follicules de la classe 2. Progressivement apparaît le follicule préovulatoire de la classe 4 de taille supérieure à 15 mm qui persistera sur l'ovaire pendant 5 à 7 jours avant d'ovuler ou de s'atrophier.

5.3. Régulation hormonale du cycle sexuel

Après l'oestrus, au cours du metoestrus, on observe le développement du corps jaune et l'augmentation de la progestérogène. La concentration en oestradiol diminue au cours des 48 premières heures suivant l'oestrus. Il en résulte une augmentation progressive de la FSH responsable du développement de follicules de diamètre supérieur à 4 mm au cours de la première vague de croissance folliculaire. Ces follicules en croissance synthétisent de l'oestradiol mais aussi de l'inhibine. L'action conjointe de ces deux hormones se traduit par une réduction de la synthèse de FSH et est responsable de la sélection progressive d'un follicule dominant, l'excédent de follicules s'atrépissant. La phase finale de la période de dominance se traduit notamment par une augmentation très nette des œstrogènes que le follicule soit (première vague) ou non (deuxième vague) sous imprégnation progestéronique. Cependant si le follicule dominant se trouve en période d'imprégnation progestéronique maximale (phase dioestrale), cette synthèse d'oestradiol ne se prolonge pas dans le temps. La dominance prend fin, le follicule s'atrépisse et une nouvelle vague de croissance folliculaire peut apparaître, précédée d'une nouvelle augmentation de FSH. Les modifications hormonales décrites lors de la première vague se répètent durant la deuxième vague. Une différence essentielle est néanmoins observée. Elle concerne la prostaglandine F2alpha. L'imprégnation progestéronique jusqu'ici observée a permis la synthèse de phospholipides par l'endomètre. Les œstrogènes sécrétés par les follicules de la deuxième vague, vont stimuler la synthèse des enzymes phospholipase et prostaglandine synthétase responsables de la synthèse de la PGF2a. Celle-ci induit la diminution de la concentration en progestérogène et l'apparition de la phase proœstrale. Le follicule dominant, libéré de l'imprégnation progestéronique peut ainsi poursuivre sa croissance sous l'effet de la libération cyclique de la FSH. Il en résulte une synthèse maximale d'oestradiol, l'apparition d'un oestrus, une libération cyclique de LH et l'ovulation.

5.4. Maintien de la gestation

La progestérogène est absolument nécessaire au maintien de la gestation dans toutes les espèces de mammifères pourvues d'un placenta. Cependant, le contrôle de sa sécrétion par le corps jaune pendant la période embryonnaire est différent selon les espèces. Dans les espèces animales au contraire, le maintien du corps jaune résulte d'un blocage de l'activité lutéolytique de la prostaglandine F2 alpha (PGF2a). De nombreuses études ont permis de préciser le rôle respectif des hormones impliquées et en particulier celui plus essentiel tenu par la trophoblastine. Celle-ci, encore appelée selon les espèces, ovine ou bovine trophoblastine de type 1 (oTP1 et bTP1) ou par analogie structurelle interféron tau est sécrétée par le blastocyste et sa présence a été identifiée dans l'endomètre. Chez la truie, par contre, les œstrogènes blastocytaires sont davantage impliqués. Ils induiraient en synergie avec la prolactine une synthèse de prostaglandines en direction de la lumière utérine et non pas vers la veine utérine.

La diminution du nombre de récepteurs à l'ocytocine et aux œstrogènes ainsi que la réduction de la synthèse de la prostaglandine F2 alpha constituent les principaux changements observés lors de gestation. L'interféron tau a été impliqué dans ce double mécanisme du maintien de la gestation. Il prolongerait l'effet inhibiteur exercé par la progestérogène sur la synthèse de récepteurs à l'ocytocine. De même, il contribuerait à diminuer l'amplitude et la pulsativité de la PGF2a en stimulant la synthèse par l'endomètre d'un inhibiteur de la prostaglandine synthétase, l'EPSI (Endometrial Prostaglandin Synthetase Inhibitor).

5.5. Déclenchement de la parturition

Le déclenchement de la parturition implique la mise en jeu de nombreuses hormones. On parle de cascade hormonale. La mère assure la gestation mais c'est le fœtus qui décide de son expulsion.

En réponse à des facteurs peu précisés encore, l'hypothalamus fœtal induit la synthèse par l'hypophyse d'ACTH. Ce dernier induit la synthèse de corticoïdes par les surrénales fœtales. Sous l'effet des corticoïdes fœtaux, le placenta détourne la synthèse de progestérogène vers celle d'œstrogènes. Il en résulte au niveau plasmatique une diminution de la concentration en progestérogène une semaine environ avant le part.

La synthèse d'œstrogènes a pour effet de stimuler la synthèse de relaxine par le corps jaune. Il en résulte un mûrissement et donc une relaxation progressive du col utérin et des ligaments sacroscoliatiques ("état croqué" de l'animal). Les œstrogènes ont également pour effet de stimuler la synthèse de prostaglandines de type E et F notamment. La première contribue au ramollissement du col. La seconde de par son effet lutéolytique va induire la lutéolyse du corps jaune chez la vache et la chèvre (chez la brebis, la progestérogène est surtout d'origine placentaire). On observe au niveau plasmatique une chute brutale de la concentration de progestérogène. Il en résulte une diminution de la température corporelle 24 heures environ avant la phase 2 du part. Le blocage progestéronique est ainsi complètement levé : la parturition se déclenche réellement. La PGF2a va également induire des contractions myométriales. Il en résulte une progression du fœtus dans les voies génitales.

La progression du fœtus dans la filière pelvienne renforce la dilation cervicale. Le col est stimulé et par le réflexe de Ferguson, on assiste à une libération de l'ocytocine. Celle contribue à renforcer les contractions myométriales et donc une progression supplémentaire du fœtus. Cette progression a également pour effet de provoquer un étirement de l'utérus, stimulation mécanique à une synthèse supplémentaire de la PGF2a.

Au stade terminal de cette évolution (phase 2 de la parturition), le fœtus est finalement expulsé sous l'effet des contractions abdominales.