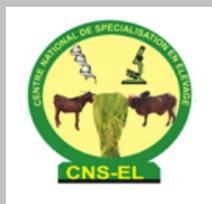


Conseil Ouest et Centre Africain pour
la Recherche et le Développement
Agricoles



West and Central Africa Council for
Agricultural Research and
Development



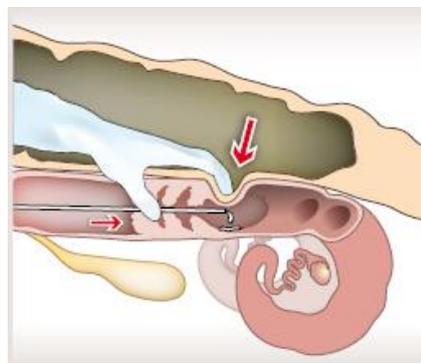
**UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI
FACULTE D'AGRONOMIE**

MANUEL DE FORMATION

SUR

**L'INSÉMINATION ARTIFICIELLE ET LA
GESTION DE TROUPEAU DE
SÉLECTION**

**COURS THÉORIQUES ET PRATIQUES
À L'ENDROIT DES TECHNICIENS DE LA
CEDEAO**



FINANCEMENT DU CORAF/WECARD

Niamey du 12 au 25 Mars 2018

INTRODUCTION

Ce petit manuel de formation à l'insémination artificielle (I.A.) a été préparé dans le but de donner les connaissances essentielles pour les personnes débutant dans ce domaine. On donnera d'abord des rappels d'anatomie et de physiologie de l'appareil reproducteur, ensuite on décrira comment collecter et conserver la semence et enfin comment inséminer artificiellement les femelles.

Par ailleurs, on voudrait également atteindre un autre objectif: la sensibilisation des personnes travaillant dans ce domaine et dans celui de l'élevage au sujet des avantages de l'I.A., en vue de favoriser l'amélioration du cheptel animal en milieu tropical et subtropical.

L'amélioration du rendement et de l'efficacité reproductrice sont certainement les deux objectifs principaux de l'insémination artificielle.

L'insémination artificielle permet une économie dans le nombre de taureaux à utiliser, une meilleure concentration des moyens mis en œuvre pour la sélection et un contrôle génétique des lignées. La conservation du sperme à basse température permet une plus large utilisation de la semence à la fois dans le temps et dans l'espace. Dans le temps, puisqu'il est possible de stocker de grandes quantités de semence en provenance d'un individu et de les utiliser même après la mort du donneur; dans l'espace par suite de la facilité de transport, à grande distance, d'une semence de qualité.

Par la fécondation d'un grand nombre de femelles maintenues dans des conditions différentes de milieu et d'exploitation, l'insémination artificielle permet l'appréciation rapide de la valeur génétique d'un reproducteur par suite de la neutralisation des influences intercurrentes des facteurs hygiéniques et alimentaires.

L'utilisation rationnelle des reproducteurs allonge leur période de service, leur évite le surmenage sexuel et ses conséquences délétères sur la production quantitative et qualitative du sperme. L'insémination permet d'imprimer rapidement à un élevage une orientation nouvelle imposée par des considérations d'ordre économique et elle constitue un moyen d'amélioration idéal et rapide du cheptel des pays en voie de développement.

Dans tous les pays, l'insémination artificielle a permis d'enrayer la propagation des maladies transmises à l'occasion de l'accouplement (trichomonose, vibriose, exanthème vésiculaire...).

Dans le but d'atteindre la fertilité la plus élevée possible des femelles inséminées artificiellement, les personnes chargées de la collecte, du traitement et du stockage de semence et de l'I.A. doivent porter une attention particulière aux éléments ci-dessous.

Il est indispensable de n'utiliser que des taureaux parfaitement sains, de choisir des reproducteurs dont les aptitudes sont contrôlées. Les animaux doivent être élevés dans des conditions adéquates quant à l'alimentation: un bon entretien des mâles est la première étape pour atteindre une fertilité élevée.

Une fois la semence collectée, la deuxième phase importante concerne la conservation à court ou moyen terme des spermatozoïdes: il est par conséquent nécessaire de bien connaître les différentes caractéristiques de ces cellules afin de limiter les dommages occasionnés par leur passage *in vitro*.

La troisième phase est l'I.A. elle-même: une détection précise et soignée du comportement d'œstrus chez des femelles naturellement cycliques ou bien une induction hormonale précise de l'œstrus et de l'ovulation sont nécessaires pour atteindre une bonne fertilité.

La méthode d'insémination artificielle doit être utilisée rationnellement sur des femelles saines en tenant compte des divers facteurs intervenant dans la production animale, tels que l'alimentation et les conditions climatiques du milieu.

A/ LE RISQUE PROFESSIONNEL

Pendant le cycle de production, l'éleveur (ou le vétérinaire ou le berger, le salarié...) est obligé de réaliser des nombreuses opérations sur son cheptel, qui le mettent en contact physique étroit avec les animaux :

Manipulations : les opérations qui ont pour but de contenir un animal ou un troupeau en vue d'effectuer les différentes interventions. Ces manipulations permettent d'approcher, déplacer, contenir, faire marcher ou faire coucher un animal ou un troupeau.

Interventions : toute opération spécifique effectuée sur chaque animal dans un but précis : pose d'une boucle, traite, traitements antiparasitaires, pesée, insémination artificielle, parage des pieds, drogages, soins au vêlage.....

Les manipulations et les interventions sont potentiellement traumatisant pour les animaux et dans certain cas peuvent induire des réactions de peur, de défense et être à l'origine d'accident pour l'éleveur ou l'animal lui-même. Il faut donc que ces opérations se déroulent dans des conditions qui n'entraînent pas l'instauration d'une situation de méfiance de la part des animaux. Le travail résulte perturbé et les interventions risquent de n'être pas effectuées correctement si ces réactions de défense s'avèrent : bousculades, coups de pied, de corne peuvent occasionner des accidents graves chez l'opérateur d'une part et entraîner l'affolement des autres animaux du troupeau d'autre part.

Ces manipulations / interventions ne sont donc pas sans danger : ce sont les intervenants les plus jeunes et les plus âgés qui ont le plus d'accidents et les accidents les plus graves : les personnes moins formées, sont les plus touchées, voir les personnes qui n'ont pas reçu une formation à la manipulation des bovins ou une formation concernant la sécurité du travail.

Les accidents peuvent arriver lors des taches de routine et en cours d'activités occasionnelles : le mauvais état des sols, l'étroitesse des couloirs, le mauvais état des équipements sont générateurs d'accidents (chutes, pincement, blessures, doigts coincés....) ou contribuent à en aggraver les conséquences. Les accidents surviennent dans des bâtiments mal adaptés, mais surtout à cause d'un savoir-faire insuffisant de la part de l'exécutant. Plusieurs accidents se produisent lors d'une activité de conduite occasionnant un mouvement brusque de l'animal. Certains équipements de sécurité (couloirs, cages de contention) n'empêchent pas totalement les accidents, mais leur présence peut les éviter ou le diminuer.

En vue de limiter ces accidents il faut :

- bien concevoir les bâtiments, les aires de circulation, les systèmes de sécurité
- vulgariser le matériel de contention
- bien connaître le comportement de l'animal, le savoir-faire et le savoir-être avec les animaux : une formation des salariés en élevage s'avère indispensable.
- Eduquer les animaux en recherchant des méthodes de manipulation adaptés à leur comportement en évitant l'usage exclusif de la force
- Acquérir des gestes qui permettront de prévenir les accidents occasionnés par des comportements non appropriés
- Améliorer la sécurité corporelle : recherche des postures aptes à diminuer la fatigue et les risques (éviter par exemple les déformations de la colonne vertébrale, les hernies discales) par une utilisation judicieuse des parties du corps.

Education physique utilitaire et professionnelle

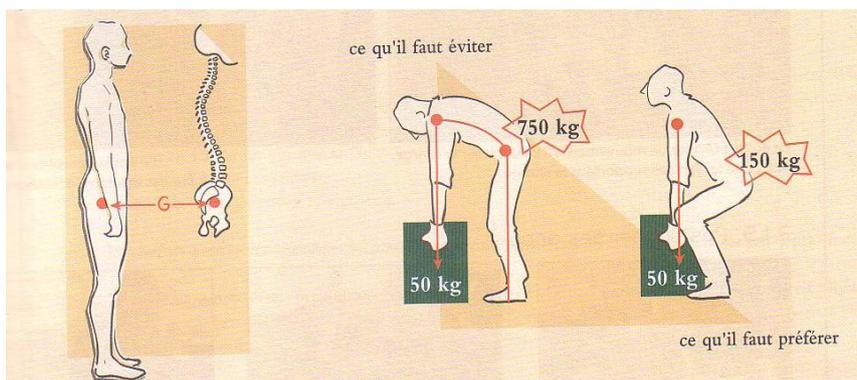
A certains moments d'une intervention (le soulevé d'un membre, la contention de la tête, le couchage par des méthodes d'enlacement) l'homme est amené à faire rapidement un effort physique intense qui peut causer des lésions physiques, dont la gravité est proportionnelle à

l'effort fait. Toutefois, il existe aussi un risque lié de manière plus insidieuse à des mauvaises postures tenues longtemps.

Dans tous les cas, si les principes de sécurité physique et d'économie dans l'effort ne sont pas respectés, des déchirures musculaires, des accidents articulaires sont à craindre. Les lombalgies, les dorsalgies, les sciatiques sont fréquentes et sérieuses : quand elles sont profondes ces lésions peuvent même empêcher de travailler.

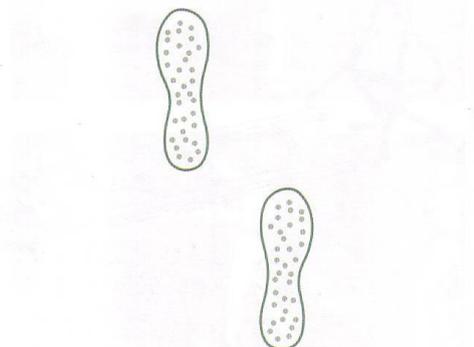
Les règles d'hygiène et de sécurité

1. échauffement musculaire
2. verticaliser son dos (cambreur le rein, redresser le dos, effacer les épaules)
3. positionner son corps par rapport au déplacement de l'objet à manipuler

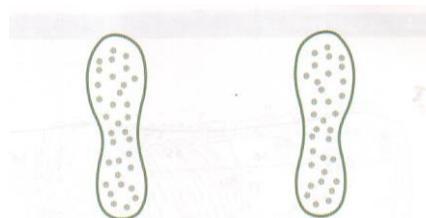


4. utiliser rationnellement les bras, les jambes pour éviter la torsion de la colonne vertébrale
5. positionner ses appuis (=les pieds) : pour un effort sans déplacement, aligner les pieds, leur écartement correspond à la largeur des épaules ; si la tâche nécessite un déplacement, mettre les pieds en diagonale ; une position intermédiaire sera utilisée le plus souvent lors de la manipulation d'animaux du fait du mouvement possible de l'animal.

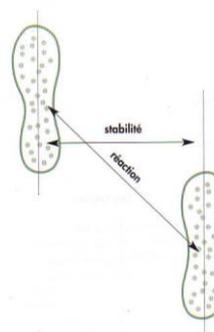
Les appuis assurent l'équilibre en position debout ou accroupie. Ces appuis sont fonction de la tâche à réaliser.



Si celle-ci nécessite un déplacement, il faudra rechercher des appuis en diagonale.



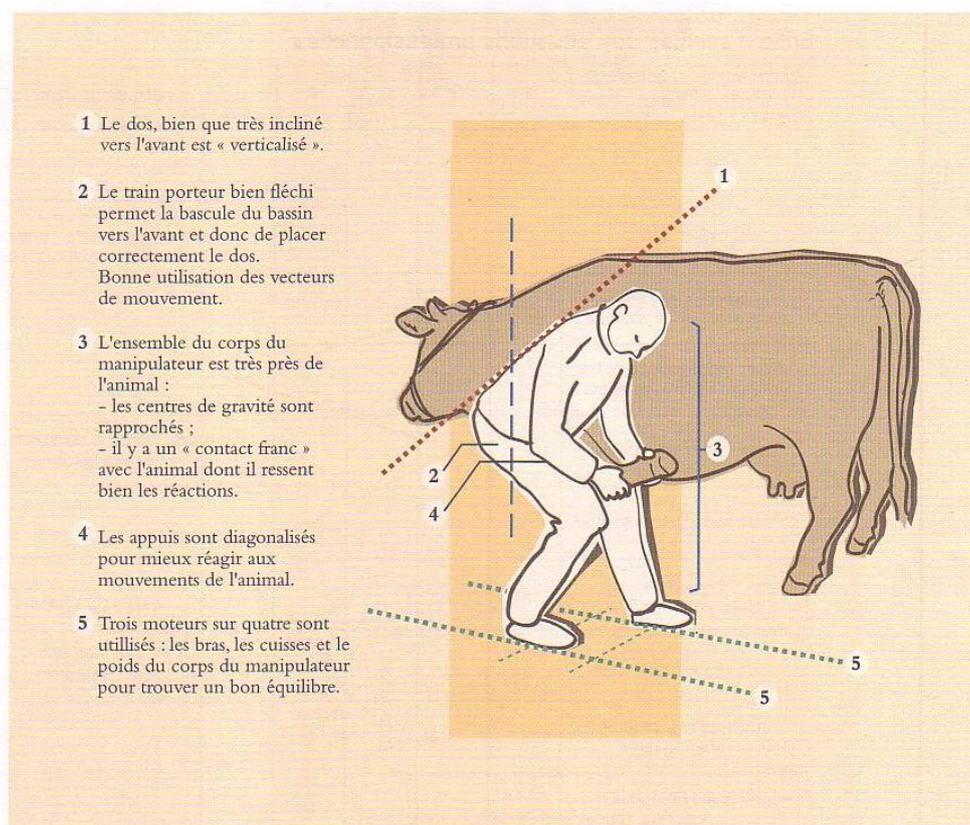
Pour un effort important sans déplacement, il faut aligner les appuis, leur écartement correspond à la largeur des épaules.



Enfin, une position intermédiaire sera le plus souvent utilisée lors de la manipulation d'animaux du fait du mouvement possible de l'animal.

6. se défendre
7. anticiper le protocole opératoire

8. respecter le fondamentaux du comportement animal



Dans cette situation, malgré un investissement physique important, le manipulateur travaille en sécurité physique et en économie d'effort.

RAPPELEZ AUSSI

- d'utiliser des combinaison et surtout des chaussures appropriés : dans les couloirs il y a souvent de la boue ou de la bouse (attention aux glissades) ; les vaches donnent souvent des coups de pieds (attention aux écrasements des pieds)

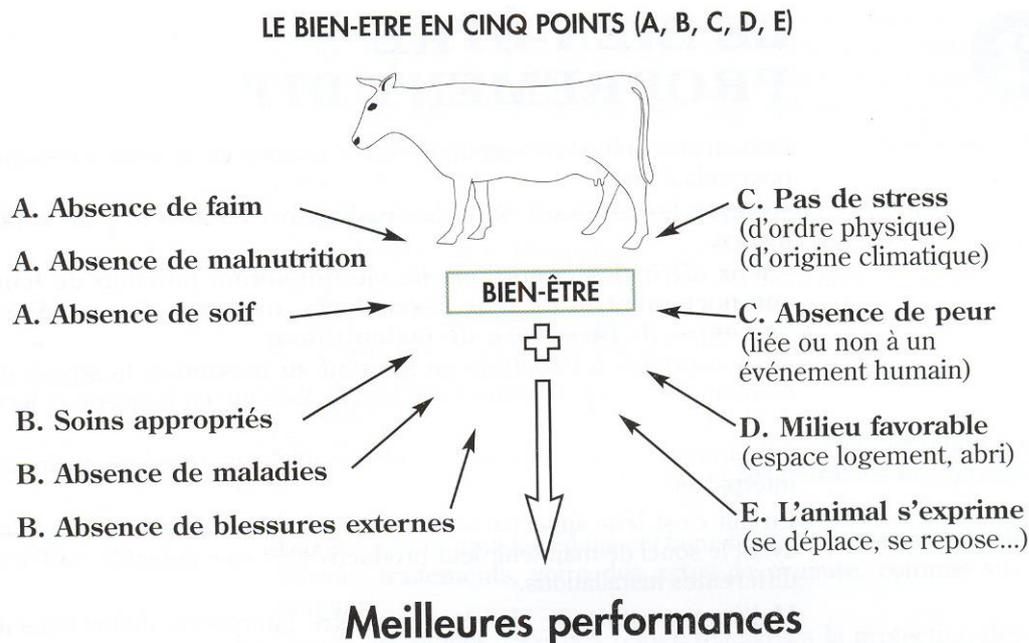
Enfin N'OUBLIEZ PAS LES ZOONOSES, comme la brucellose ou la tuberculose....

B/ LE BIEN ÊTRE DES ANIMAUX

Un animal qui n'est pas dans des conditions de vie optimale n'exprime pas son plein potentiel de production. Tout non respect des besoins des animaux entrainera des conséquences sur le fonctionnement de l'animal ainsi que son niveau de « bien-être ».

Qu'est-ce que le « bien-être » ?

On appelle « bien-être » un état d'harmonie entre un individu et son environnement : un tel état permet une parfaite santé physique, qui est atteinte lorsque l'animal peut s'adapter bien à ses conditions de vie selon le schéma ci-dessous :



Aux Etats Unis et en Europe la notion de « bien-être » avec celle de protection des animaux sont devenues très importantes et des lois règlent le système d'élevage et le transport des animaux ainsi que leur abattage.

Même si cette notion peut être interprétée différemment, l'animal d'élevage a une utilité économique qu'il faut sauvegarder : des études ont démontré que des améliorations rudimentaires apportées au système d'élevage, aux locaux d'élevage ont permis d'améliorer les performances des animaux, tandis que toute situation qui peut entraîner du stress a des répercussions sur la qualité des produits animaux.

Par exemple, la qualité du produit viande est influencé par les perturbations subies par l'animal depuis le départ de la ferme jusqu'à l'abattage : la viande des animaux qui ont eu des perturbations émotionnelles (peur, douleur → sécrétion d'adrénaline) ou physiques (long transport, attente en bouverie, manipulations brutales) présente généralement des mauvaises caractéristiques dues à un pH élevé (acide lactique en quantité insuffisante): couleur foncée, rétention d'eau (viande collante), mauvaise aptitude à la conservation. Cette viande présente donc des problèmes de présentation commerciale et est plus susceptible aux attaques microbiennes.

Comment déterminer le bien-être ?

- les critères physiologiques : niveau de stress

- les critères comportementaux : l'animal doit être capable d'exprimer son comportement naturel
- les critères sanitaires : une pathologie (maladie ou blessure ou boiterie) est une atteinte concrète au bien-être et peut entraîner une chute de production
- les critères zootechniques : des performances plus faibles que d'habitude (chute de production laitière par exemple) sont des indicateurs d'un mal être de l'animal ou du troupeau

Pour analyser le bien-être il faut donc OBSERVER l'animal et son troupeau (comparaison) : certaines observations peuvent être réalisées d'une manière simple, à n'importe quel moment de la journée (état de propreté, état corporel), certaines sont plus compliquées et ne peuvent être réalisées que lors d'une intervention auprès de l'animal (blessures). Le temps de la traite est un moment privilégié pour observer ses vaches. Il faut être dans des bonnes conditions d'observation : par exemple observer à partir d'un site d'observation situé en hauteur permet une vue globale du troupeau. Il faut perturber le moins possible les animaux pour éviter des modifications du comportement et bien choisir le moment de la journée par rapport à ce qu'on veut observer ou détecter (les chaleurs par exemple).

Le phénomène de stress

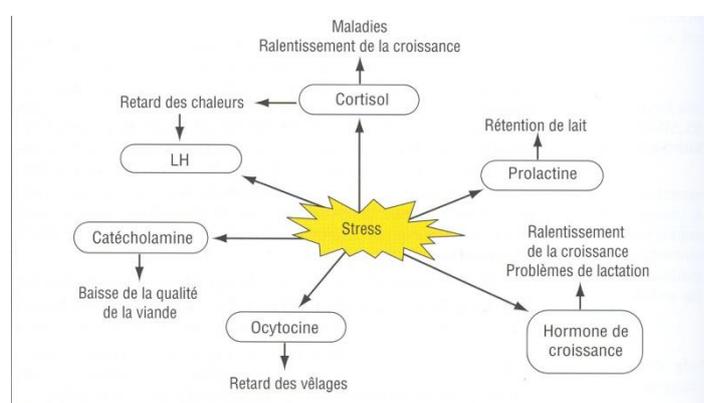
On vient de mentionner ce phénomène : qu'est-ce que c'est ? Il s'agit de la réponse (qu'on dit non spécifique) de l'organisme face à une « agression » (agent agressif = agent stressant).

Qu'est-ce qu'une agression ? C'est toute situation qui engendre « mal-être », toute situation qui perturbe l'équilibre psychologique et physiologique d'un individu : chaque fois qu'un animal se trouve dans une situation désagréable son organisme réagit.

Agression = peur, douleur, interaction entre l'homme et les animaux, manipulation, condition de logement ou environnement ou transport. La température du milieu, un manque d'eau ou de nourriture, le surpeuplement....une blessure,....

Toutes ces situations peuvent déclencher une réaction d'urgence (=fuite) déterminée par l'activation du système nerveux sympathique (=libération adrénaline) et par l'activation moins rapide de l'axe corticotrope : d'un côté on observe des altérations de la circulation, de l'autre des conséquences différentes (libération altérée d'hormones, retard du processus de cicatrisation, inhibition de la production d'anticorps et réduction des défenses immunitaires). Si le stress persiste longtemps on assiste à un épuisement de l'animal (amaigrissement, comportements anormaux, retard des chaleurs, diminution défenses immunitaire,mort) : on assiste à une baisse des productions (du lait surtout), mais aussi la fertilité peut être affectée.

Il faut aussi considérer que même en Afrique les échanges d'animaux sur pieds pour l'abattage ou de viande entre les différents pays deviendront peu à peu plus importants et il deviendra aussi nécessaire respecter des règles, qui doivent concilier les attentes des communautés et de la politique.



▲ Figure 2.15 : L'illustration des effets potentiels du stress sur l'interaction avec certaines hormones et les paramètres de production chez les bovins.

C/ NOTIONS D'ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITAL BOVIN

Introduction

Même si les appareils génitaux du mâle et de la femelle bovins sont fondamentalement constitués des mêmes parties (glandes génitales, voies génitales, glandes annexes, organe copulateur), des différences existent entre eux :

- **au niveau des rôles de l'appareil :**

Mâle (1) : production de spermatozoïdes

Femelle (3) : ponte ovulatoire régulière

Gestation = développement et croissance de l'embryon puis du fœtus

Parturition et lactation.

- **Au niveau de l'emplacement et des fonctions de quelques parties :**

Glandes annexes : bien individualisées chez le mâle

Intégrées dans la paroi des organes chez la femelle

Voies génitales : excrétrices chez le mâle

Réceptrices et hospitalières chez la femelle.

Ces différences démontrent l'importance de l'appareil génital de la femelle qui comprend deux ovaires, les voies génitales (pavillons, oviductes, cornes utérines, corps utérin, col, vagin, vulve) et les mamelles.

L'appareil génital mâle comprend quand à lui deux testicules, les voies génitales (épididyme, canal déférent), les glandes annexes (vésicules séminales et prostate) et l'organe de copulation (la verge).

I. Description de l'appareil génital femelle

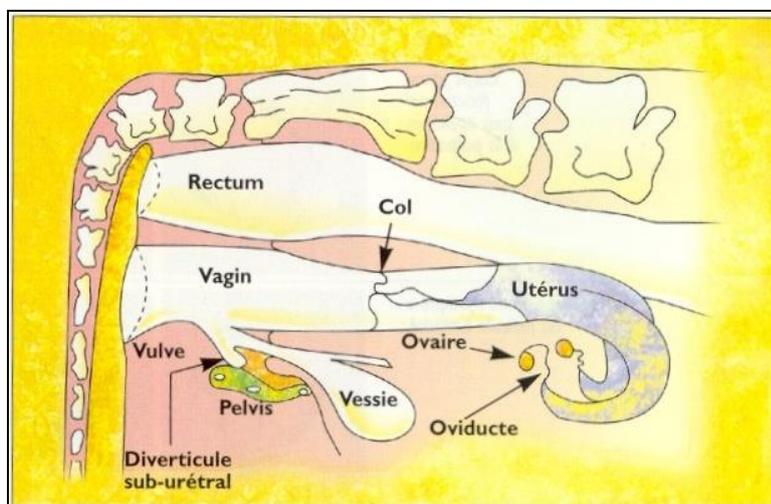


Figure 1 : schéma du tractus génital (vue latérale)

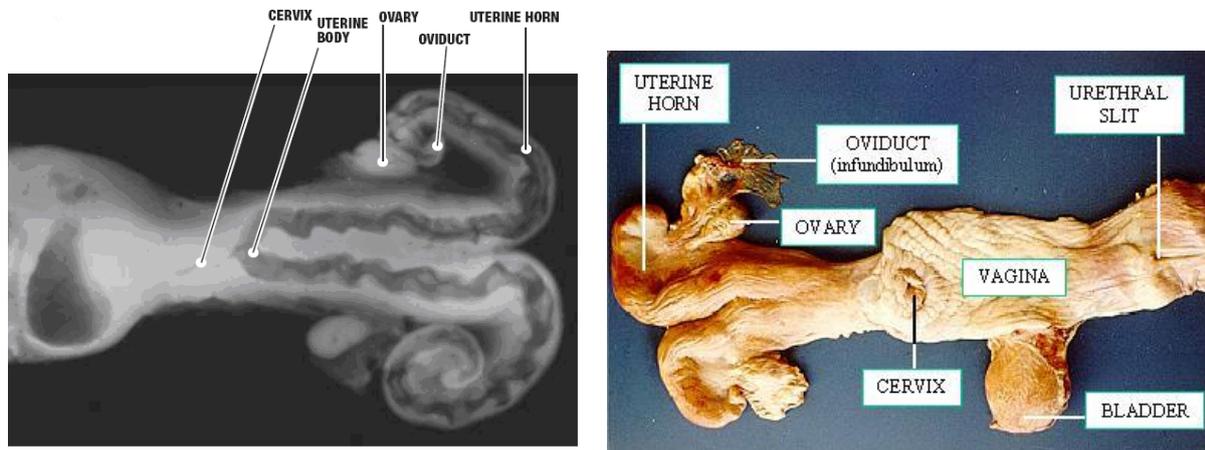


Figure 2 : Appareil génital de la femelle bovine

les ovaires (= caractères sexuels primordiaux)

Ils sont situés de part et d'autre dans la région lombaire.

L'ovaire est un organe de **stockage des ovocytes** formés pendant la vie embryonnaire ou au moment de la naissance. Il assure la **croissance régulière des follicules** dont certains iront jusqu'à l'ovulation, la **préparation de l'utérus à l'implantation de l'œuf fécondé** par transformation du follicule rompu en corps jaune.

Les principales fonctions de l'ovaire sont la formation d'ovules et la production d'hormones.

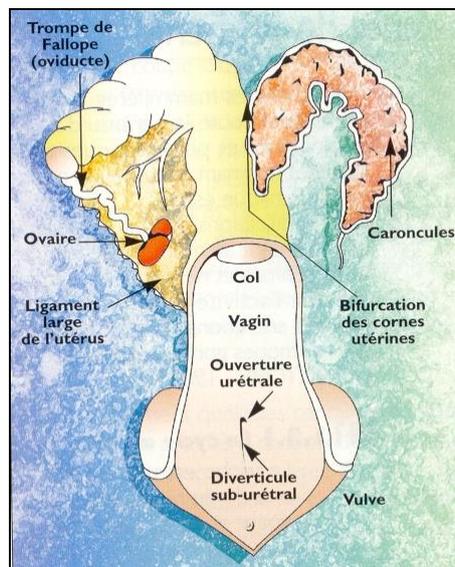


Figure 3 : Vue interne du vagin et de la corne de l'appareil génital femelle.

les voies génitales (= caractères sexuels primaires)

- 1) **Les oviductes** ou trompes utérines sont au nombre de 2. Chacun est constitué de trois portions : le pavillon (en forme d'entonnoir) qui s'ouvre au niveau de l'ovaire, l'ampoule dilatée où a lieu la fécondation, et l'isthme (les 2/3 distal de l'oviducte) qui s'ouvre dans la cavité utérine.

C'est le lieu de la fécondation et des premières étapes de développement embryonnaire.

- 2) **L'utérus** est le lieu du développement embryonnaire. Il est constitué des cornes utérines où se déroule la gestation (au niveau d'une seule corne), du corps de l'utérus (non gestant chez la vache) et du col de consistance plus ferme, plus fibreuse et de taille variable avec l'âge et le nombre de parturitions.

Le canal cervical du col présente des replis circulaires qui constituent des obstacles plus ou moins faciles à franchir lors de l'insémination artificielle, et qui délimitent au niveau de la portion vaginale un orifice saillant en forme de fleur épanouie. L'épaisseur moyenne de la paroi du col est respectivement de 1,42 +/- 0,37 cm chez les zébus, contre 1,11 +/- 0,34 cm chez les taurins et métis.

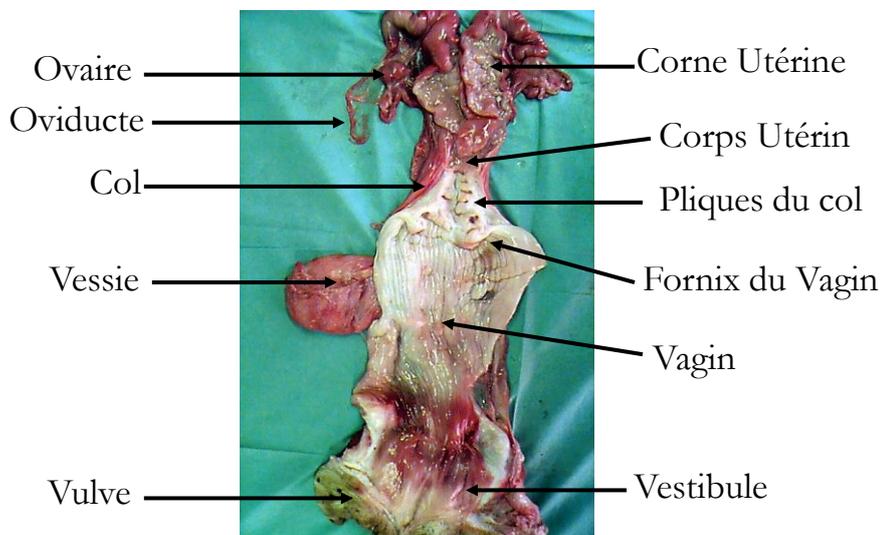


Figure ... : Appareil génital ouvert

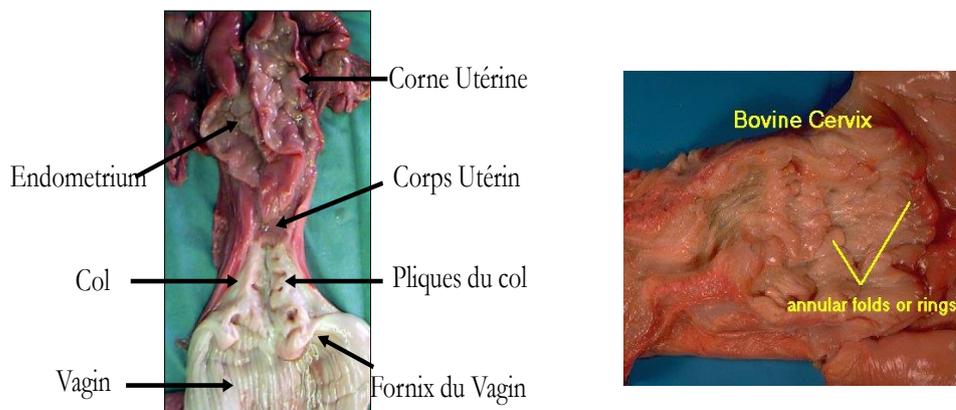


Figure ... : Structure du col de l'utérus

- 3) **Le vagin** fait suite au col de l'utérus et est l'organe copulateur de la femelle. C'est un conduit musculo-membraneux de consistance molle, aplati dorso-ventralement. Il mesure 4 à 10 cm environ chez une génisse et 20 à 25 cm chez une vache multipare. Il prolonge le col utérin qu'il entoure de ses culs de sac au niveau de la fleur épanouie, pour se terminer vers la vulve.
- 4) **Le vestibule vaginal** : c'est un carrefour des voies génitales et urinaire. Il prolonge le vagin caudalement. L'ostium externe de l'uretère et son diverticule en région ventrale médiane représentent un obstacle dans lequel viendrait buter le cathéter ou le pistolet d'insémination qui suivrait le plancher de la paroi vaginale.
- 5) **La vulve** est la partie externe du tractus génital de la femelle. Elle est formée de deux lèvres unies dorsalement et ventralement au niveau des commissures vulvaires. La commissure inférieure loge le clitoris. En période de chaleur, la vulve est congestionnée et tuméfiée.

La muqueuse vestibulaire comporte un chorion riche en glande de Bartholin sécrétant un liquide visqueux au moment de l'oestrus et de l'accouplement : ces glandes existent chez la vache, la lapine, sont peu développées chez la jument, absentes chez la chienne, la brebis, la chèvre.

L'appareil génital de la femelle bovine autochtone se caractérise par une taille réduite, qui occasionne souvent des difficultés se manifestant lors de :

- * La palpation des ovaires,
- * Du cathétérisme du col lors de l'insémination artificielle, ou de la collecte d'embryon par voies cervicale,
- * L'utilisation d'un vaginoscope.

L'emploi de certaines techniques doit se faire après un bon apprentissage et souvent en développant des initiatives ; exemple : l'utilisation d'un vaginoscope d'ovin pour éviter l'étroitesse du vagin de la vache.

II. Description de l'appareil génital mâle

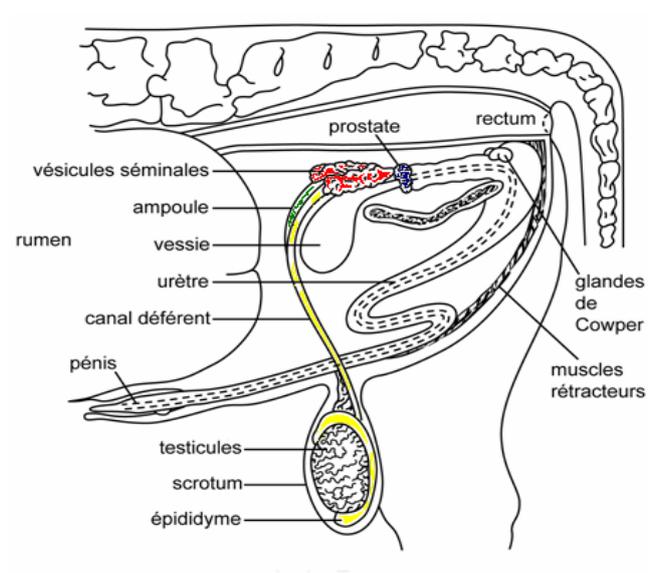


Figure ... : Appareil reproducteur du taureau.

Au niveau du RETE TESTIS (voies spermatiques intra testiculaires), les spermatozoïdes sont inertes et donc poussés par la pression du fluide qui sort des tubes séminifères et la contraction des cellules de la membrane basale du tube. Ce RETE TESTIS va déboucher dans le canal épидидymaire.

1) L'épididyme

L'épididyme comporte une tête recevant les canaux efférents, un corps et une queue. Le spermatozoïde qui quitte le testicule n'est pas capable de mouvement ; il va l'acquérir dans l'épididyme. Ces modifications correspondent à une aptitude à la fécondation. Il y a par la suite le processus de décapacitation, c'est-à-dire qu'il va perdre cette capacité temporairement et immédiatement qu'il l'acquiert dans l'épididyme.

2) Le canal déférent

Le canal épидидymaire se continue par le canal déférent qui va rejoindre l'urètre. Le canal déférent se termine par l'ampoule au niveau duquel se jettent les vésicules séminales.

II.3. Les glandes annexes mâles

1) les vésicules séminales

Elles sont absentes chez le chien, le chat, le dromadaire, le coq. Elles sécrètent un liquide riche en fructose qui est le principal nutriment des spermatozoïdes. C'est au moment de l'éjaculation que le liquide des vésicules séminales est sécrété.

2) La prostate

L'originalité de sa sécrétion tient à sa concentration élevée en zinc (souvent en Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+}) et en spermine. Le zinc conférerait un pouvoir bactéricide au plasma séminal et contribuerait à stabiliser les nucléoprotéines de l'ADN des spermatozoïdes. Vésicules séminales et prostate sont soumises au contrôle des androgènes.

3) Les glandes bulbo-urétales (= glande de Cowper, glande de Mery)

Ce sont des glandes annexes qui débouchent au niveau de l'urètre et dont le rôle est d'assurer un nettoyage du conduit urétral grâce à son liquide bactériostatique. Son développement est variable selon les espèces. Les constituants du produit de sécrétion de ces glandes peuvent être un problème quand le sperme est dilué avec le lait dans le cadre de la conservation pour l'insémination artificielle : c'est le cas pour le sperme de bouc.

D/ PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

L'appareil génital de la vache est un ensemble d'organes qui assurent la pérennité de l'espèce au même titre que celui du mâle. Cette fonction est réalisée à travers :

- la production de gamètes (ovules chez le mâle) par les gonades (ovaires chez la femelle et testicules chez le mâle),
- le transport et l'union des gamètes (fécondation) dans les voies génitales femelles,
- le support et le développement à terme du produit (fœtus) dans l'utérus.

I. La gamétogenèse

C'est le processus de différenciation cellulaire qui, à partir des cellules souches aboutit à la production des gamètes (mâles ou femelles). Chez le mâle on l'appelle spermatogenèse et ça se déroule dans les tubes séminifères, tandis qu'elle s'appelle ovogenèse chez la femelle et se déroule dans l'ovaire.

Chez le mâle :

Le cycle spermatogénétique (c'est-à-dire de la cellule souche au spermatozoïde) dure 61 jours et une spermatogonie souche donne 64 spermatides.

Le sperme recueilli est une suspension de cellules (les spermatozoïdes) dans un milieu liquide qui est le plasma séminal (produit par les cellules de Sertoli et les glandes annexes). Il possède des caractéristiques qualitatives (motilité) et quantitatives (volume, concentration).

Les spermatozoïdes ont une durée de vie qui est longue dans les voies génitales mâles mais brève dans celles de la femelle (quelques heures à quelques jours : 24h à 48h).

Chez la femelle :

L'ovogenèse est complexe et se déroule ainsi :

- 1) A 8 semaines de gestation, il y a multiplication des ovogonies pour donner des millions d'ovogonies à 15 semaines ;
- 2) Certains subissent une atrésie jusqu'à la naissance et il ne reste que quelques centaines ;
- 3) D'autres subissent un accroissement et la méiose jusqu'à la naissance avec arrêt au stade ovocyte I ;
- 4) A la puberté, l'ovogenèse reprend à chaque cycle.
 - Chaque ovocyte croit tout seul (entouré de quelques cellules), c'est la folliculogenèse ;
 - Beaucoup d'ovocytes dégénèrent également au cours de la vie ;
 - À un certain âge, le stock s'épuise (10 à 12 ans chez la vache) ;
 - Ovulation 12h après la fin des chaleurs, durée de vie de l'ovule de 8 à 12h.

II. Les cycles sexuels

L'activité sexuelle débute à la puberté (30 à 42 mois chez les zébus tropicaux, 20 à 22 mois chez les taurins) pour cesser vers l'âge de quinze (15) ans. Le poids minimal atteint à la puberté correspond au **2/3 du poids de l'adulte**.

En dehors de la gestation et du post-partum (90 jours après la mise bas), la fonction sexuelle de la vache s'exprime dans les conditions normales de manière cyclique.

Le cycle œstral est la suite des évènements qui se répètent entre deux œstrus. Un cycle dure en moyenne 21 jours. Il peut être décrit selon trois composantes de nature anatomique, comportementale et hormonale. On y distingue quatre phases :

- **Le pro-œstrus** : il y a développement d'un ou plusieurs follicules et sécrétion d'oestrogènes. Il dure en moyenne **3 jours**.

l'endomètre s'épaissit, le mucus du col se liquéfie.

- **L'œstrus** : il se déroule la maturation folliculaire avec sécrétion importante d'oestrogènes. La durée est **d'1 jour** (on parle également de chaleurs).

Il y a congestion de l'utérus, le col est ouvert (2cm) et le mucus s'écoule en long filament.

- **Le méta-œstrus** : il se produit l'ovulation avec formation du corps jaune et sécrétion de progestérogène. Cette phase dure **8 jours**.

il y a le lait utérin, diminution des contractions et même disparition.

- **Le di-œstrus** : c'est la phase de régression du corps jaune, s'il n'y a pas de gestation, il y a diminution de progestérogène. Sa durée est de **8 jours**.

on constate une diminution de la progestérogène, des décharges de PGF2a par l'utérus et le col se referme par un bouchon en cas de gestation.

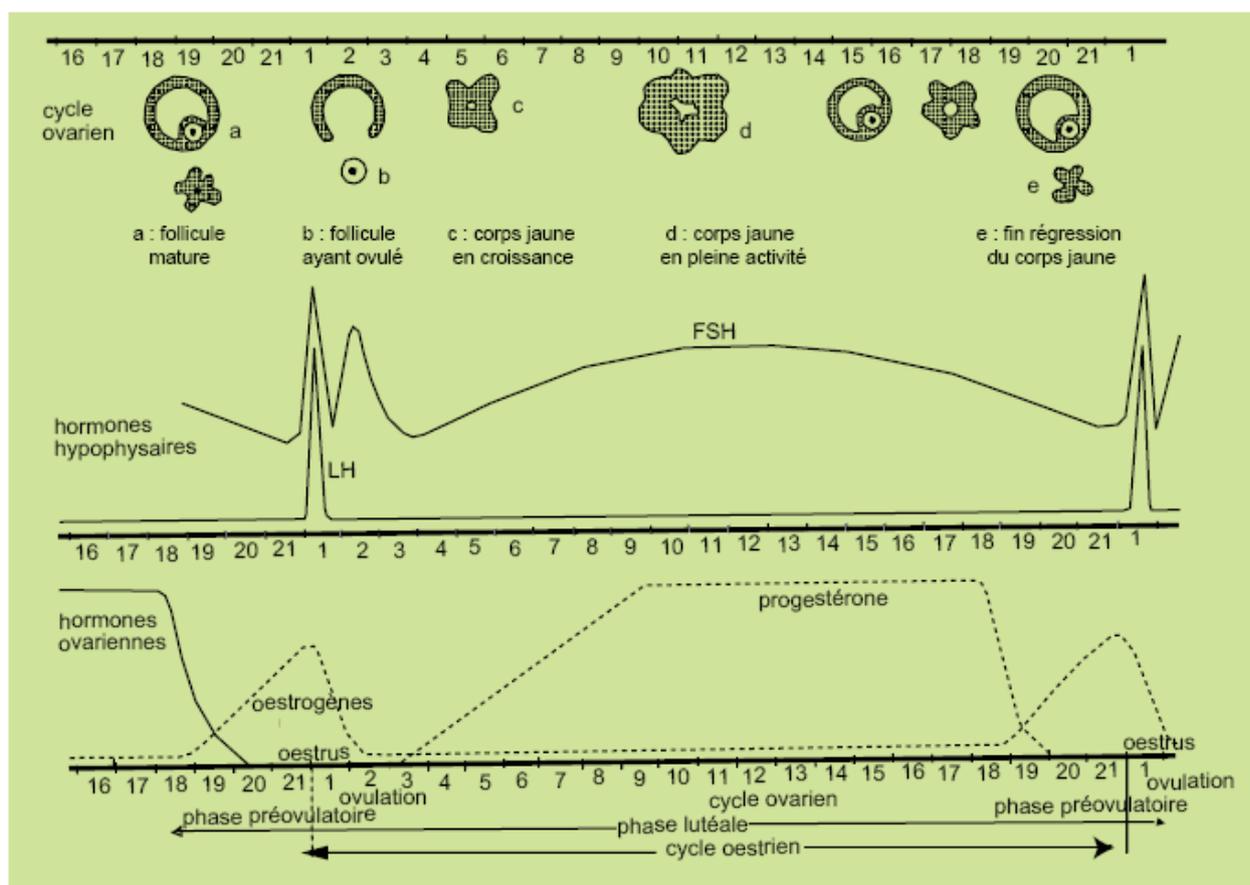


Figure : Schéma simplifié de l'ovulation, des formations ovariennes et événements hormonaux au cours du cycle œstral de la vache.

III. La fécondation

La fécondation est fonction des gamètes mâle (le spermatozoïde) et femelle (l'ovule).

- Facteur spermatozoïde :

Chez le bovin, le sperme est projeté au fond du vagin contre le col de l'utérus.

*jusqu'à l'éjaculation, le milieu testiculaire est favorable à la survie du spermatozoïde ;

*du vagin au lieu de fécondation, il y a beaucoup d'obstacles entraînant beaucoup de pertes, il s'agit entre autres de :

L'acidité du vagin : pH3-4 tue les spermatozoïdes.

La glaire cervicale : défavorable en période hors oestrus, très favorable en oestrus.

La remontée vers l'oviducte : quelques milliers à l'entrée, mais un seul doit pénétrer l'ovule et empêcher les autres d'y entrer.

- Facteur ovule :

Il est important d'avoir à l'esprit que l'ovulation a lieu 12h après la fin des chaleurs, le cheminement de l'ovule jusqu'au lieu de fécondation dure environ 6h et l'ovule est fécondable 8 à 12h après ovulation.

Par la montée naturelle, plusieurs milliards de spermatozoïdes sont déposés dans le vagin, mais seulement quelques dizaines parviennent dans l'oviducte. Par contre, en insémination artificielle, 20 millions de spermatozoïdes / paillette sont déposés après le col pour augmenter les chances de fécondation.

IV. Le moment de l'insémination artificielle

Il est fonction des paramètres suivants d'après M. PAREZ :

- moment de l'ovulation de la femelle (14 h environ après la fin des chaleurs),
- durée de fécondabilité de l'ovule (environ 5h),
- temps de remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles (2 à 8h),
- durée de fécondabilité des spermatozoïdes (environ 20h).

Tout calcul fait, il y a plus de chances de fécondation avec une insémination réalisée entre 12 à 18h après le début des chaleurs.

La variabilité du moment de l'ovulation (ovulation précoce, ovulation tardive) combiné avec la variabilité de la conservation du pouvoir fécondant du spermatozoïde dans les voies génitales de la femelle sont responsables de la variabilité du résultat obtenu.

En pratique usuelle, une vache en chaleur le matin, est inséminée le soir ou le lendemain ; une vache vue en chaleur l'après-midi est inséminée le lendemain dans la matinée.

Les chaleurs sont les faits comportementaux permettant de délimiter le cycle oestral. Mais en milieu tropical, leur expression est assez souvent peu marquée dans le temps et dans son intensité. Il faut par conséquent y porter une grande attention.

Des aides à la détection des chaleurs ont été développées avec plus ou moins de succès. Pour palier aux difficultés liées à la détection des chaleurs, on a recours à des traitements de synchronisation des chaleurs et à des inséminations à temps fixe.

VI. Utilisation du dosage de la progestérone dans le plasma sanguin ou le lait pour :

- le contrôle de l'activité ovarienne,
- le diagnostic précoce de la gestation.

A. Diagnostic précoce de gestation

1. un seul prélèvement suffit
2. il doit être réalisé à un moment précis après la saillie ou l'insémination (21 à 24 jours).
3. un faible taux de progestérone permet d'affirmer que l'animal est non gestant.
4. un taux élevé de progestérone indique que :
 - l'animal est gestant au moment du prélèvement (il peut y avoir mortalité embryonnaire ou avortement par la suite, ce qui explique que toutes les femelles ne mettent pas bas par la suite)
 - l'animal a toujours un corps jaune en activité (cycles irréguliers, chaleurs de références incorrecte ou corps jaunes persistant).

B. Contrôle de l'activité ovarienne

- ☛ Deux prélèvements de sangs réalisés à 10-12 jours d'intervalle permettent de déterminer l'activité ovarienne des femelles.
- ☛ On peut définir pour chaque prélèvement comme
 - : les femelles ayant moins de 1,5ng de progestérone par ml de plasma.
 - + : les femelles ayant plus de 0,5ng de progestérone par ml de plasma.
- ☛ Trois cas peuvent alors se présenter :
 - - : l'animal est en repos sexuel (absence de chaleurs et d'ovulation)
 - + : l'animal est cyclé (l'ovulation se produit régulièrement avec ou sans manifestation d'oestrus).
 - + + : l'animal est cyclé (les deux prélèvements ont lieu pendant la phase d'activité du corps jaune).
 - : L'animal est gestant ou présente un corps jaune actif persistant.

E/ LA DETECTION DE L'ŒSTRUS

Œstrus (ou chaleur ou chaleurs)

=

phase du cycle œstral au cours de laquelle la femelle accepte le chevauchement

Vache : 12-15 heures

- Insémination artificielle
 - Fertilité : choix du moment de l'IA / début de l'œstrus
 - Fécondité :
 - choix du moment de l'IA / vêlage
 - optimisation de la période de reproduction

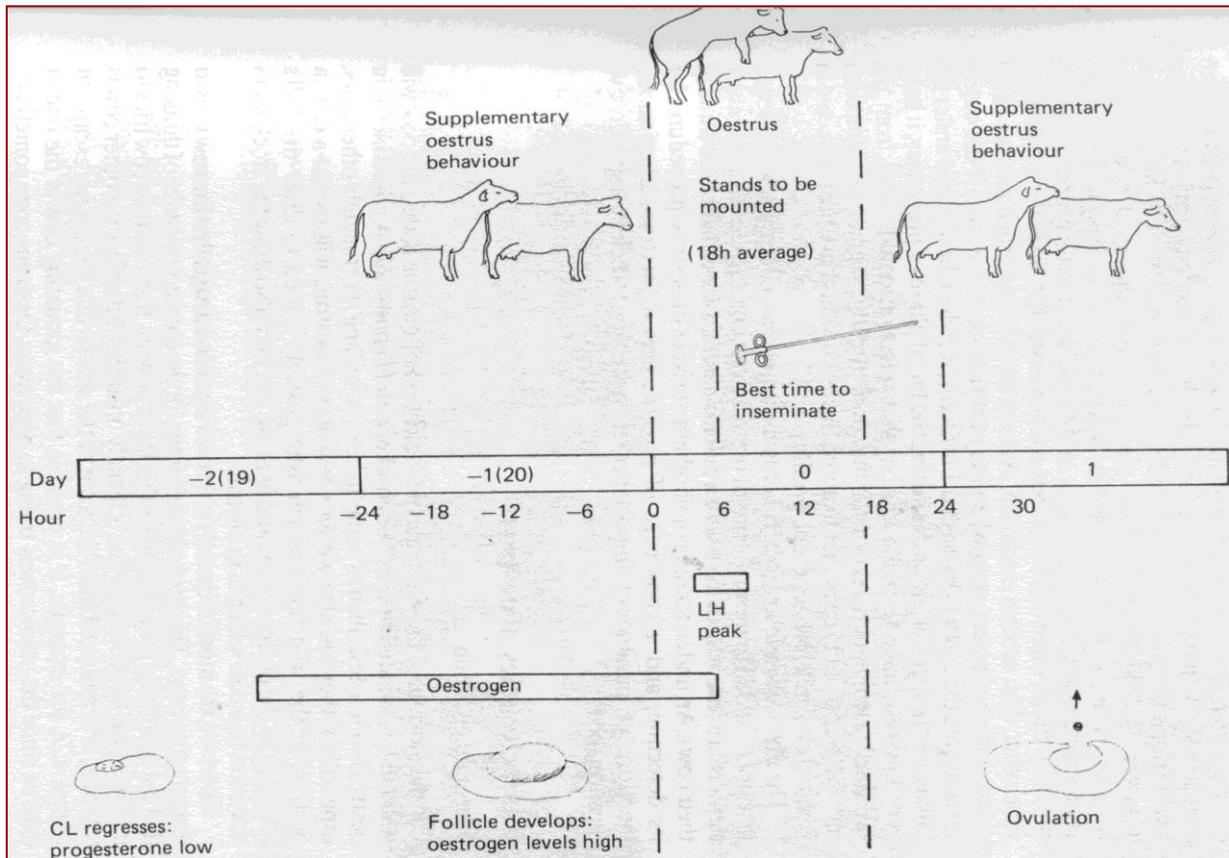
L'œstrus : les manifestations

- Signe majeur : la monte passive
- Signes mineurs :
 - Monte active
 - Beuglements
 - Ecoulement muqueux
 - Flehemen
 - Chute de production laitière
 - Mobilité plus évidente
 - Réflexe lombaire

Hierarchisation des signes d'œstrus : établissement d'un score

(F van Eerdenburg, FMV Utrecht)

- | | |
|--|-----|
| • Ecoulement muqueux | 3 |
| • Flehemen | 3 |
| • Nervosité | 5 |
| • Est montée mais n'accepte pas | 10 |
| • Reniflement vulvaire d'une autre vache | 10 |
| • Encolure placée sur une autre vache | 15 |
| • Monte active par derrière | 35 |
| • Monte active par devant | 45 |
| • Acceptation du chevauchement | 100 |



Facteurs d'influence de l'œstrus

- Rythme nyctéméral : activité surtout nocturne
 - 70 % des activités de monte ont lieu entre 20h00 et 6h00 du matin et 50 % entre 22h00 et 4h00 du matin !
- Climat : pluies, températures élevées : inhibition
- Présence d'un taureau
- Type de stabulation
- Importance du troupeau
- Moments physiologiques : puberté, postpartum

Méthodes de détection

1. Observation directe par l'éleveur

Conditions d'efficacité

- Connaissances des signes
- Système d'identification des animaux
- Système de notation : calendrier
- Respect des périodes d'observation
 - Nombre
 - Moments de la journée
- Recours à des méthodes complémentaires de détection

2. Observation indirecte par l'éleveur

- Animal détecteur mâle ou femelle
 - Suppression de la capacité de fécondation
 - Maintien de l'instinct sexuel (androgénisation)
- Révélateurs de chevauchement
- Autres méthodes : Podomètres, thermosenseurs dans la griffe, résistance électrique vaginale, palpation transrectale

Quantifications de la détection

- Détermination de la qualité de la détection : degré d'exactitude du diagnostic
- Détermination de la fréquence de la détection : rapport entre le nombre de chaleurs effectivement détectées et le nombre théorique de chaleurs observables sur une période de temps déterminée.

1. Détermination de la qualité de la détection

	Animal en œstrus	Animal pas en œstrus
Animal détecté	OK	Faux +
Animal non détecté	Faux -	OK

NB 1 : Une vache sur 5 est inséminée alors qu'elle n'est pas réellement en chaleurs

NB 2 : Une vache gestante peut manifester des signes de chaleurs

- Dosage de la progestérone lors de l'insémination
- Objectif : < 10 % avec une progestéronémie > 1 ng /ml

2. Détermination de la fréquence de la détection

- % de vaches déclarées gestantes lors d'un diagnostic de gestation : Objectif : > 80 %
- % d'animaux détectés en chaleurs < 60 jours PP

Objectif : > 75 % (vaches traites)

Difficulté : diagnostic différentiel entre anœstrus fonctionnel et de détection

F/ LES PROTOCOLES DE MAITRISE DES CYCLES CHEZ LES BOVINS Dr Moumouni ISSA

INTRODUCTION

La reproduction occupe une place importante en élevage bovin

- Importance sur le plan sanitaire avec notamment les avortements d'origine infectieuse et les métrites
- Importance sur le plan économique
 - Raccourcissement de l'intervalle vêlage-vêlage (obtenir un veau/vache/an)
 - Nécessité de planifier les vêlages
 - Nécessité de réduire les coûts de gestion

C'est pourquoi la maîtrise de la reproduction par les traitements de synchronisation devient une nécessité pour l'éleveur afin d'améliorer la rentabilité de son élevage

Le technicien d'élevage doit donc pouvoir proposer à l'éleveur des techniques lui permettant d'atteindre ces objectifs

Au cours de cet exposé, nous allons rappeler les concepts de vagues folliculaires et leur implication en matière de synchronisation de l'œstrus.

Nous détaillerons ensuite les protocoles à base de:

- prostaglandine F2 α
- progestagènes
- GnRH et prostaglandine F2 α

Nous étudierons les facteurs de variations de la réussite de ces différents protocoles

I- RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES ET FONCTIONS DES HORMONES IMPLIQUEES LORS DE L'OVULATION

FSH:

- sécrétée par l'hypophyse
- il y a un pic de FSH avant l'ovulation
- essentielle à la survie et à la croissance du follicule
- permet la conversion des androgènes en oestrogènes

LH:

- sécrétée de façon pulsatile par l'hypophyse
- il y a un pic de LH avant l'ovulation
- lutéinise les cellules du follicule
- stimule le follicule à produire de la pregnénolone, de la progestérone et des Androgènes

GnRH:

- sécrétée de façon pulsatile par l'hypothalamus
- induit la sécrétion de FSH et de LH par l'hypophyse

Œstrogène:

- sécrété par le follicule dominant
- stimule la lutéolyse en augmentant le nombre de récepteurs d'ocytocine
- stimule la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus
- stimule la sécrétion pulsatile de LH par l'hypophyse
- augmente la sensibilité du follicule à la FSH
- augmente la réponse du follicule à la LH

Progestérone:

- sécrétée par le corps jaune
- inhibe le relâchement de GnRH par l'hypothalamus
- inhibe la libération de LH par l'hypophyse

Prostaglandines:

- sécrétées par les cellules de l'utérus
- lysent le corps jaune

Ocytocine:

- sécrétée par l'hypophyse et le corps jaune
- induit la sécrétion de prostaglandines par les cellules de l'endomètre
- déclenche la lutéolyse

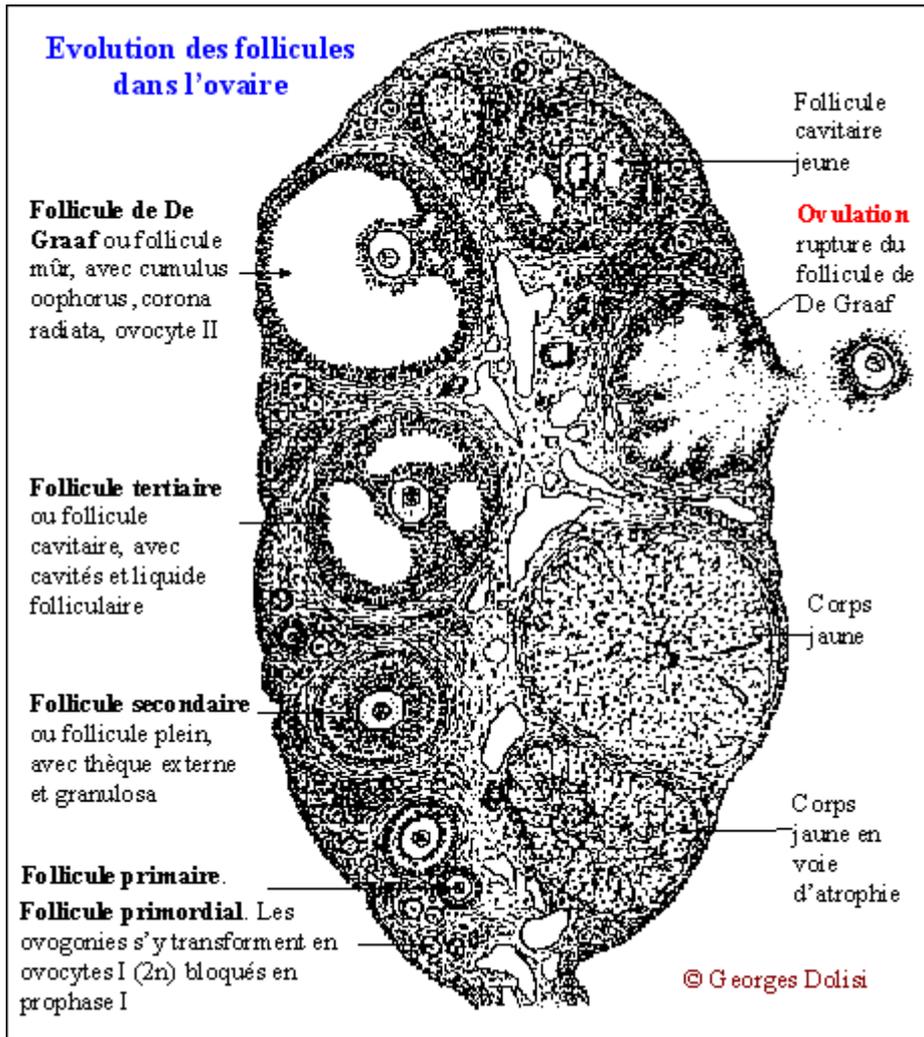
II- RAPPELS: ACTIVITE CYCLIQUE OVARIENNE DE LA VACHE

1- La folliculogénèse: définition

Un follicule est un petit organe en forme de sac situé sur l'ovaire, qui sécrète des œstrogènes et qui contient l'ovule.

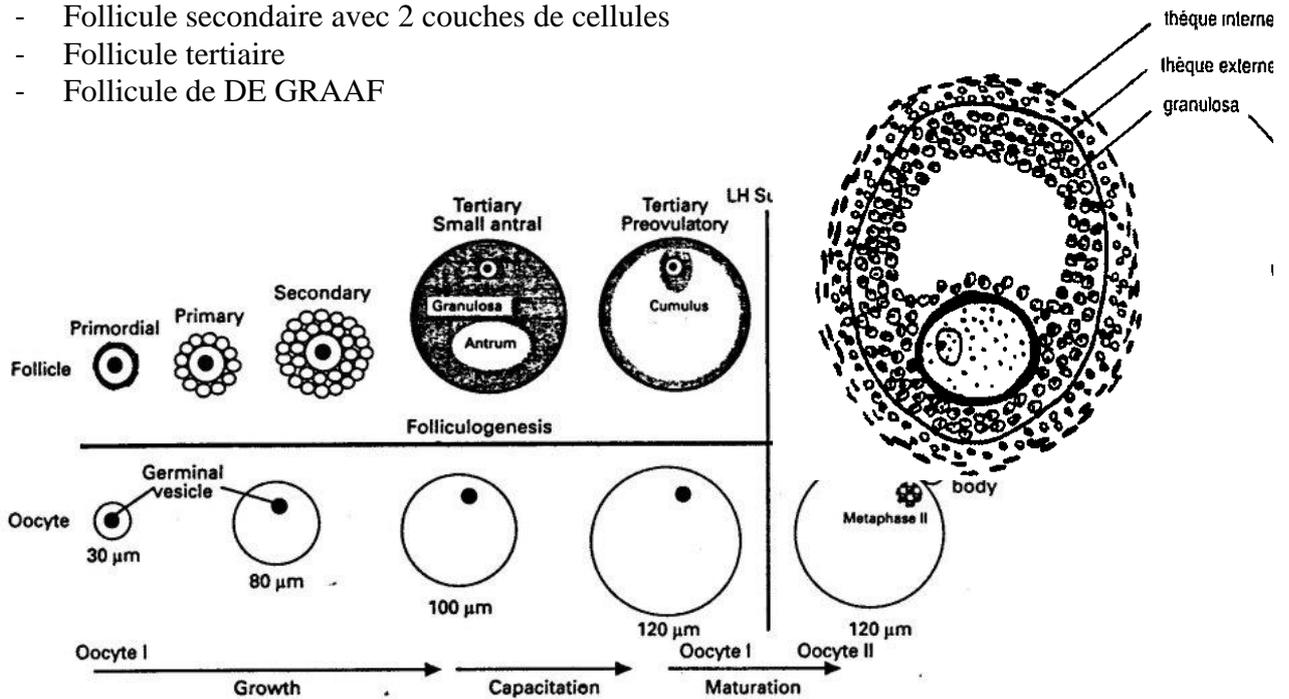
La folliculogénèse est l'ensemble des transformations que subit un follicule ovarien, du stade fœtal où il était bloqué, jusqu'à l'ovulation.

Il est possible que ce follicule, comme de nombreux autres, n'aille pas jusqu'au terme de cette évolution, car il existe une importante atrésie folliculaire (dégénérescence des follicules).



2- Morphologie des follicules

- Follicule primordial avec une couche de cellules
- Follicule secondaire avec 2 couches de cellules
- Follicule tertiaire
- Follicule de DE GRAAF



3- Dynamique de la croissance

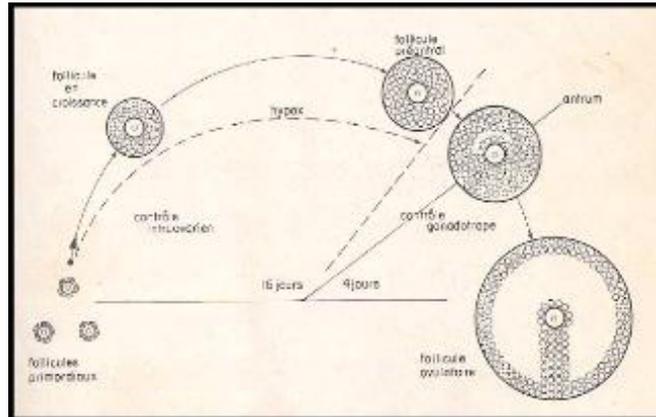
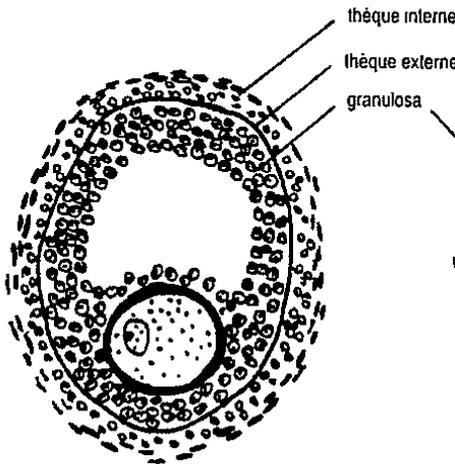
La croissance folliculaire se déroule en 2 étapes:

1^{ère} étape: Une phase non gonado –dépendante:

Il s'agit du développement d'un follicule primordial à un follicule tertiaire recru table pour être intégré à une vague folliculaire.

Durant cette phase il y a acquisition de récepteur LH par les cellules de la thèque, et de récepteur FSH par les cellules de la granulosa.

Le développement des follicules dépend seulement de l'état corporel de l'animal, la qualité de son régime alimentaire.



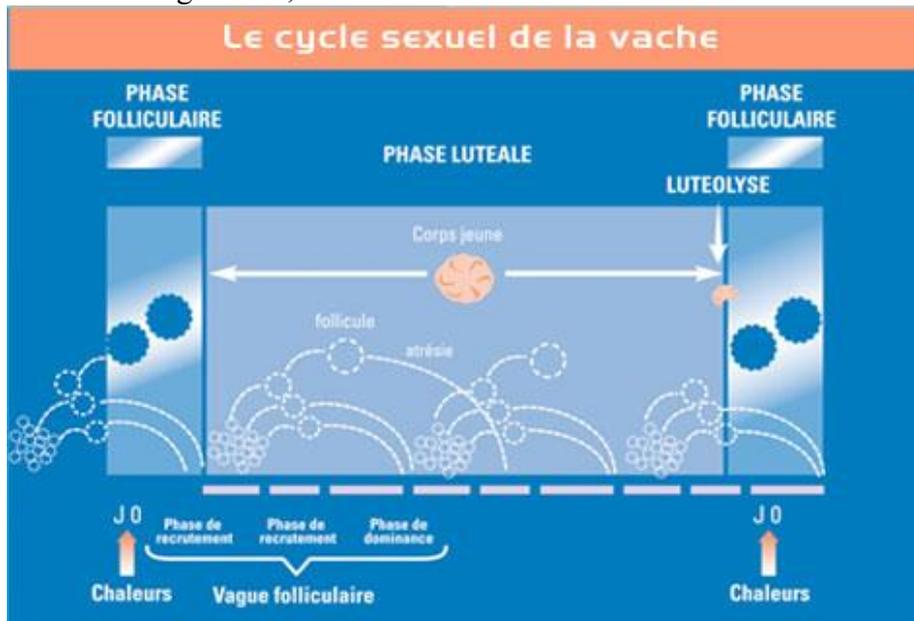
2^{ème} étape: phase gonado dépendante

Le développement folliculaire apparaît sous forme de croissance et de régression successives de plusieurs follicules:

C'est la notion de vague folliculaire.

Au niveau de chaque vague 2 à 6 follicules se développent mais un seul est sélectionné pour devenir dominant.

Les autres dégèrent, c'est l'**atrésie**.



Pour les génisses:

Il y a généralement pour chaque cycle œstral 3 vagues tous les J0- J9- J16

Pour les vaches:

Il ya 2 vagues les J0 et J10 du cycle

Pour chaque vague il y a 3 étapes dans l'évolution du follicule:

- Le recrutement
- La sélection
- La dominance
- L'atrésie ou l'ovulation

Le recrutement:

Elle dépend de la FSH qui se fixe sur les récepteurs des cellules de la granulosa.

Avec les œstrogènes la FSH

- stimule la croissance du follicule
- Stimule la sécrétion de GnRH, d'où l'augmentation de la fréquence de LH qui entraîne la production d'inhibine.

L'inhibine a pour rôle de freiner la production de la FSH

La sélection:

- La diminution de la sécrétion de FSH du fait de la production de l'inhibine aboutit à la sélection d'un seul dominant qui possède suffisamment de récepteurs LH pour subsister.
- Les autres follicules ne pouvant pas continuer leur croissance à cause du manque de FSH, deviennent atrétiques

Devenir du follicule dominant:

Son devenir dépend de la fréquence de sécrétion de la LH:

- ✓ Si un corps jaune est présent, la fréquence de sécrétion de LH est insuffisante pour provoquer l'ovulation; le follicule dominant devient à son tour atrétique
- ✓ En absence d'un corps jaune, la sécrétion de LH permet l'ovulation

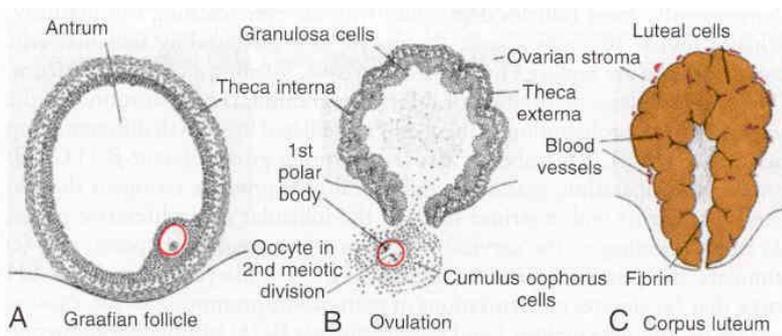
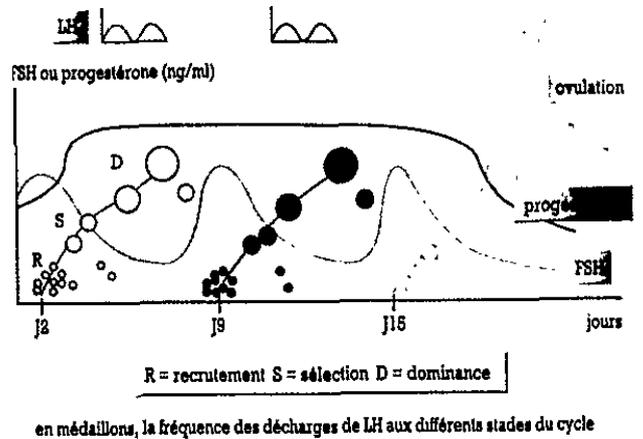
Formation et évolution du corps jaune

L'ovocyte est expulsé du follicule ovulatoire qui est alors transformé en corps jaune.

L'évolution du corps jaune peut se découper en 3 étapes:

- ✓ -une période de croissance de 4-5 jours pendant laquelle il est insensible à la prostaglandine F2α
- ✓ -Une période de maintien d'activité de 8-10 jours
- ✓ - s'il n'y pas eu fécondation, une période de destruction ou lutéolyse en 24-48 heures

Concentrations en FSH et en progestérone au cours du cycle œstral chez la vache



Ovulation et formation du corps jaune (corpus luteum)

III- CONSEQUENCES DES PARTICULARITES DU CYCLES OESTRAL SUR LES TRAITEMENTS DE SYNCHRONISATION DE L'OESTRUS

Une même hormone injectée à des stades différents du cycle œstral n'aura pas forcément le même effet.

La réussite de la synchronisation dépend donc du stade d'évolution de la vague folliculaire au moment où le traitement est initié.

Intérêts de la synchronisation

Les chaleurs des bovins tropicaux sont souvent discrètes et fugaces voire silencieuses, La détection des chaleurs est alors assez délicate. Or celle-ci est le paramètre le plus important pour la réussite de l'insémination artificielle.

La synchronisation permet d'effectuer des inséminations en aveugle ce qui est un grand avantage

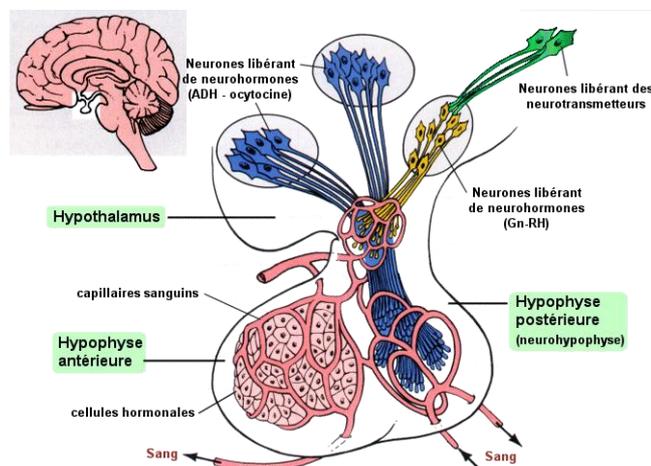
- ✓ de grouper les mises bas
- ✓ d'organiser le travail
- ✓ d'utiliser l'IA de façon judicieuse sans surveillance des chaleurs
- ✓ de provoquer la rupture de l'anoestrus
- ✓ de diminuer l'intervalle vêlage-vêlage et donc de minimiser les périodes improductives des vaches
- ✓ d'induire des chaleurs en toute saison

LES HORMONES UTILISEES EN SYNCHRONISATION

1) LA GnRH (Gonadotropin Releasing Hormon)

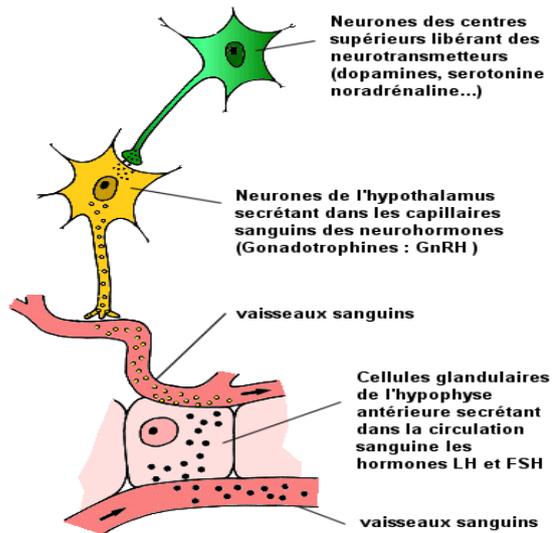
C'est une hormone synthétisée par l'hypothalamus.

Elle agit directement sur l'antéhypophyse pour induire une libération transitoire de LH et de FSH pendant 2 ou 3 heures.



La réponse à son injection dépend du stade de la vague folliculaire

- ✓ En phase folliculaire elle stimule la croissance folliculaire
- ✓ elle provoque indirectement l'ovulation
- ✓ sous imprégnation progestéronique, elle permet la lutéinisation des follicules dominants



Les formes disponibles de GnRH

✓ *La gonadolibérine de synthèse:*

- CYSTORELINE (Ceva)
- FERTAGYL (Janssen)

✓ *La buséréline:*

- RECEPTAL (intervet)

Ils sont indiqués dans les traitements des kystes folliculaires et de l'anoestrus post partum

2) LA PROSTAGLANDINE F2 α ET SES ANALOGUES

La prostaglandine F2 α est naturellement synthétisée par l'utérus dans 2 situations:

- ✓ à la fin du cycle œstral s'il n'y a pas de gestation et
- ✓ à l'approche de la mise bas s'il y a gestation.

Son rôle:

- Action lutéolytique utilisée pour les traitements de maîtrise du cycle
- Action utéro tonique en agissant sur les fibres musculaires lisses de l'utérus

Les analogues ont une action essentiellement lutéolytique

Les formes de prostaglandines disponibles

- La prostaglandine F2 α naturelle qui est commercialisée sous forme de sel de trométhamine le dinoprost que l'on trouve dans
 - ✓ le *DINOLYTIQUE* (Pfizer) ou
 - ✓ *L'ENZAPROST* (Ceva)
- Les analogues de synthèse:
 - ✓ l'alfaprostol: *ALFABEDYL* (Ceva)
 - ✓ le cloprosténol: *ESTRUMATE* et *UNIANDINE* (Schering Plough)
 - ✓ L'étiproston: *PROSTAVET* (Virbac)

Le luprostiol: *PROSOLVIN* (intervet)

3) LES PROGESTAGENES

Les progestagènes sont des molécules de synthèses qui exercent un rétrocontrôle négatif sur le GnRH, ce qui inhibe la sécrétion hypophysaire de la LH et de la FSH. Ainsi l'imprégnation progestéronique bloque les chaleurs et l'ovulation. Le follicule dominant de la vague en cours devient atreétique en présence de progestérone. La levée d'inhibition entraîne le redémarrage des cycles.

Les formes de progestagènes disponibles

- La progestérone naturelle: Elle est contenue dans les spirales vaginales
- Le norgestomet: on le trouve dans les implants sous cutanés



4) LES OESTROGENES

Ils sont utilisés principalement pour leur rôle dans:

- le démarrage d'une nouvelle vague folliculaire
- leur action lutéolytique
- Ils améliorent en plus l'absorption vaginale des progestagènes en créant une vasodilatation locale,

d'où l'intérêt de les associer avec les progestagènes pour les synchronisation à dispositif intravaginaux.

Les formes d'oestrogènes disponibles

- Le benzoate d'oestradiol qui est associé au PRID
- Le valérate d'oestradiol qui est associé au crestar
- L'utilisation de ces hormones en association avec le crestar et le PRID est interdite par la commission européenne depuis 2003.



5) LA PMSG (Pregant Mare Serum Gonadotropin)

Elle est issue du serum de jument gravide et elle possède une action à la fois LH et FSH
Elle provoque la croissance folliculaire

La forme disponible en France est:

le SYNCRO-PART PMSG (Ceva)

En Italie nous avons le folligon



IV- LES PROTOCOLES A BASE DE PROSTAGLANDINE F2 α

Les traitements à base de PGF2 α sont les plus simples:

- ✓ intervention d'une seule hormone,
- ✓ pas de dispositif à mettre en place:
- ✓ Il consiste en une seule ou plusieurs injections de PGF2 α naturelle ou de synthèse

A- MODE D'ACTION

1- *pré requis indispensable: la cyclicité des animaux*

La PGF2 α a une action lutéolytique, c'est-à-dire qu'elle lyse le corps jaune. Pour qu'elle agisse il faut donc qu'un corps jaune soit présent. Or la cyclicité se définit par la présence d'un corps jaune.

La PGF2 α n'agit donc que sur des animaux cyclés

- ❖ Chez les génisses ayant 60% de leur poids adulte
- ❖ chez les vaches sorties de l'anoestrus post partum 50-60j après

L'action de destruction du corps jaune n'est possible qu'entre J5 et J16 (J0 = jour de l'ovulation)

2-La dose à injecter dépend de la molécule:

- Prostaglandine PGF₂α naturelle: 25mg
- ALFABEDYL: 8 mg
- ESTRUMATE: 500 μg
- PROSOLVIN: 15 mg
- PROSTAVET: 5 mg

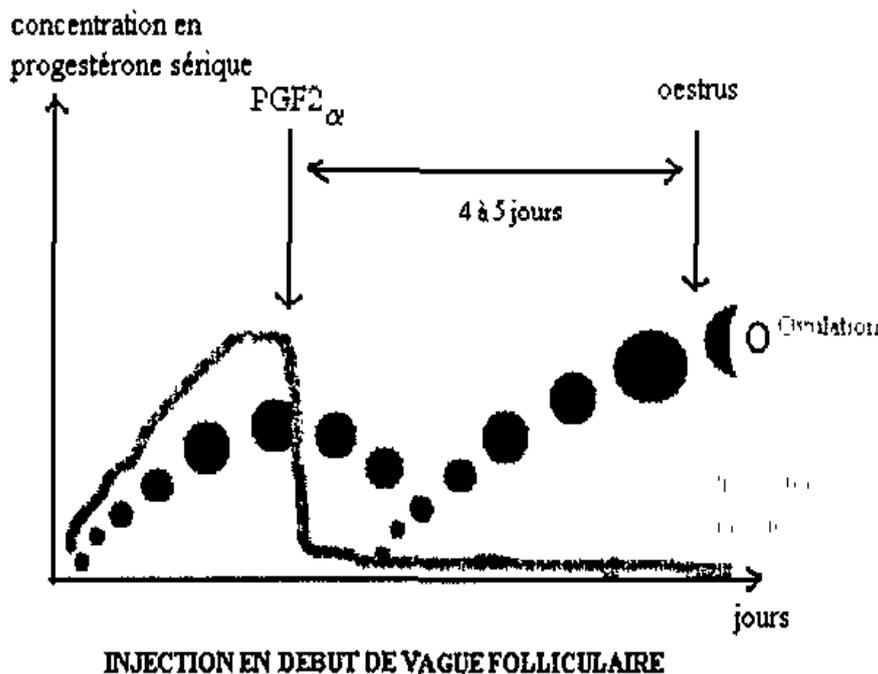
3- Effet d'une injection unique

Il y a des modifications sur le plan physiologique et comportemental

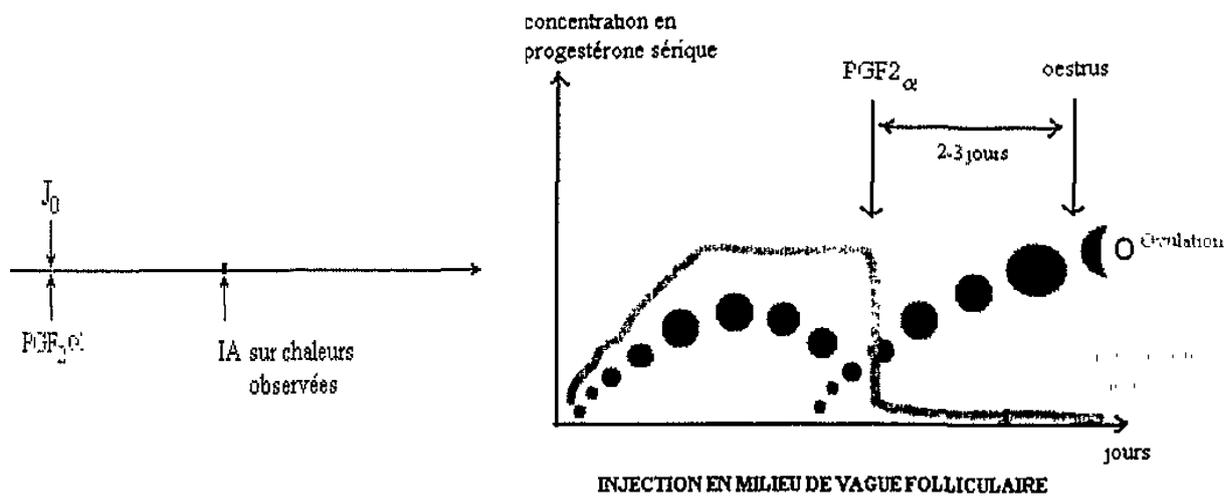
- Une réduction de la synthèse de progestérone au bout de 1-2 h et le retour à une concentration de base dans les 24h
- La régression anatomique du corps jaune en 2-3 jours
- La croissance terminale d'un nouveau follicule
- L'augmentation des œstrogènes dans les 2-3 j après injection
- Apparition d'un œstrus dans les 72 h

Le délai d'apparition des chaleurs dépend du stade du cycle au moment de l'injection

- ❖ Si l'injection a lieu en début de vague, l'œstrus apparaît en 4-5 jours



- ❖ Si l'injection a lieu en milieu de vague, l'œstrus apparaît en 2-3 jours
- Il est recommandé d'inséminer sur chaleur observée après la première injection.

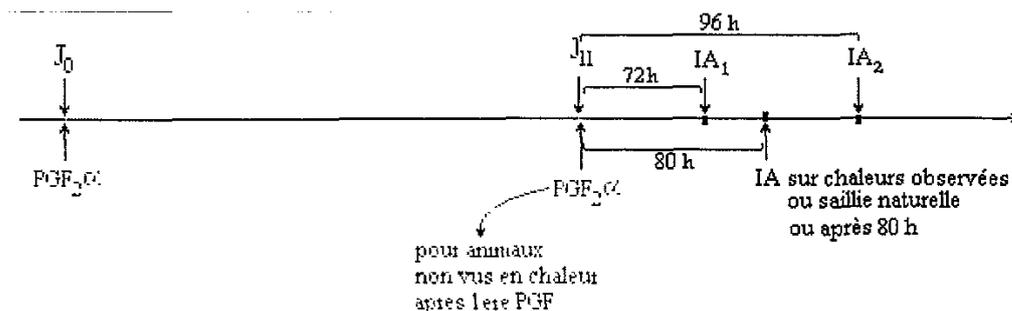


4- Effet d'une double injection de PGF2α

Pour les animaux qui ne sont pas venus en chaleur après cette première injection, on réalise une deuxième injection de PGF2α 11 à 14 jours après la première. Cet intervalle permet qu'au moins une des deux injections soit réalisée pendant la phase lutéale.

Pour les inséminations à faire:

- Une seule IA 80 heures après l'injection
- deux IA : 72 h et 96 h après l'injection



B) AVANTAGES ET LIMITES DES PROSTAGLANDINES

- ❖ L'utilisation des prostaglandines est peu coûteuse,
- ❖ elle est simple avec deux injections intramusculaires,
- ❖ Plusieurs analogues sont disponibles

Mais

- Leur utilisation exclusive pour les synchronisations est réservée seulement aux animaux cyclés
- Elle nécessite après traitement une surveillance accrue des animaux pour la détection des chaleurs

V- LES PROTOCOLES A BASE DE PROGESTAGÈNES

L'apport de progestagènes peut se faire :

- ✓ par voie orale ou
- ✓ par le biais de dispositifs relarguant des progestagènes

A- LES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS

1) La spirale vaginale

La progestérone est administrée par voie vaginale au moyen d'une spirale appelée PRID (Progestérone Releasing Intra vaginal Device).

Elle est constituée d'une lame métallique spiralée de 30 cm de longueur et 3,2 cm de large qui est recouverte de silastic, un élastomère siliconé inerte imprégné de 1.55 g de progestérone

Avant 2004, le PRID contient en plus une capsule de gélatine collée à la spirale qui renferme 10 mg de benzoate d'oestradiol.

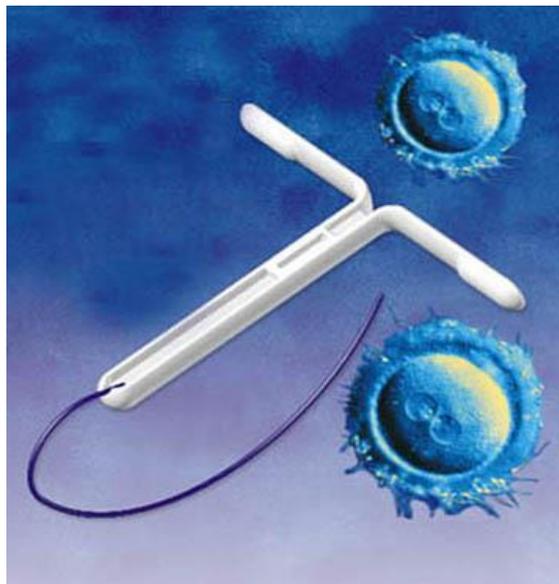


2) Le CIDR: Control Internal Drug Releasing

Il s'agit d'un dispositif relarguant également de la progestérone naturelle.

Il est constitué d'un corps de silicone contenant 1,9 g de progestérone moulé sur un support en nylon en forme de T.

Les branches du T s'ouvrent dans le vagin lorsqu'il est libéré de son applicateur.



3) L'Implant

sous cutané

La forme commercialisée est le crestar: il s'agit d'un implant de polyméthacrylate d'une longueur de 18 mm et un diamètre de 2 mm.

Il contient 3 mg de norgestomet et il se pose sur la face externe de l'oreille en position sous cutanée.

Avant 2004, pendant la pose il y a une injection de 3,8 mg de valérate d'oestradiol



B- MODALITES DE POSE ET DE RETRAIT DES DISPOSITIFS

1) Pose et retrait du PRID

La pose s'effectue à l'aide d'un pistolet applicateur spécial après avoir soigneusement nettoyé et désinfecté la région péri néale. Le pistolet étant adapté à la spirale la pose est simplifiée. La spirale est tout d'abord montée sur le pistolet et bloquée à l'aide d'encoches. L'opérateur resserre la spirale autour du pistolet en faisant tourner ce dernier.



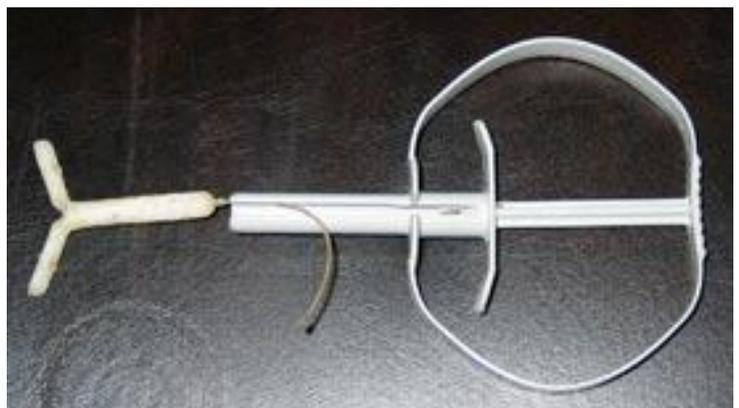
est alors introduit dans le vagin et, après avoir relevé le cran de sécurité, l'opérateur presse la gâchette et tourne le pistolet d'un quart de tour, ce qui libère la spirale dans le vagin. Le pistolet est retiré du vagin et le cordon coupé à quelques cm de l'orifice vulvaire. Son retrait s'effectue aussi simplement en tirant sur la cordelette.



2) Pose et retrait du CIDR

Le CIDR s'introduit dans l'applicateur, les branches du T repliées le long du corps. Une simple pression sur la poignée de l'applicateur, lorsqu'il a été introduit jusqu'en partie antérieure du vagin libère le dispositif qui s'ouvre en T, ce qui lui permet de rester en place. Le cordon de retrait dont il est pourvu reste visible.

Son retrait s'effectue aussi simplement en tirant sur la cordelette.



3) Pose et retrait du crestar

La pose du crestar s'effectue à l'aide d'un trocart après avoir nettoyé puis désinfecté la face externe du pavillon auriculaire.

Le retrait se fait en pressant la peau au niveau de l'implantation et en effectuant si nécessaire une petite incision au scalpel.

Remarque: il arrive souvent que les vaches perdent les dispositifs.

C- LES INCONVENIENTS DES DISPOSITIFS

- Pose de dispositif intra vaginaux chez des génisses ayant un appareil génital de petite taille ou chez des animaux peu habitués à la manipulation
- La pose peut causer un inconfort chez les génisses
- Sécrétion mucoïde blanchâtre aseptique souvent malodorante lors du retrait (c'est une réaction normale de la paroi vaginale au contact d'un corps étranger)
- La pose du crestar peut s'accompagner d'une infection au lieu d'implantation
- Sur le plan écologique: ces dispositifs contenant des hormones ne doivent pas se retrouver dans la nature. Il faut les brûler après retrait.

D- MODE D'ACTION DES PROGESTAGÈNES

Dans les cas des dispositifs intra vaginaux, la molécule libérée est la progestérone, on observe donc une augmentation du taux plasmatique chez les animaux traités dans les heures qui suivent la pose jusqu'à 12ng/ml chez les génisses.

Au retrait la concentration chute brutalement

Avec le crestar, la molécule libérée est le norgestomet et non la progestérone.

En libérant la progestérone ou le progestagène ces dispositifs agissent comme un corps jaune artificiel.

Les progestagènes inhibent le complexe hypothalamo-hypophysaire, ils empêchent toute décharge de LH et de FSH. Le follicule dominant présent pendant cette période ne peut pas ovuler, il est voué à l'atrésie.

L'oestrus est bloqué.

Remarque : la durée du traitement peut varier de 7 à 12 jours

E- LE PROTOCOLE DE SYNCHRONISATION

La synchronisation avec les progestagènes peut être améliorée par l'ajout d'autres hormones suivant le protocole suivant

- ✓ J0: pose du dispositif
- ✓ J7: injection de prostaglandine PGF2 α
- ✓ J9: retrait du dispositif + injection de 350- 400 UI de PMSG
- ✓ J11: contrôle des chaleurs et insémination

Remarque :

- Avec les races locales les chaleurs apparaissent dans les 48 h après le retrait, les IA sont faites systématiquement à l'aveugle 48h après le retrait et 12 à 24 h après la première IA.
 - l'ajout du benzoate d'oestradiol ou du valérate d'oestradiol pendant la pose du dispositif est interdit par l'Union Européenne

Ces esters d'oestradiol avaient pour rôle de provoquer la disparition d'un corps jaune en cours de formation et qui pourrait persister lors du retrait du dispositif tout en empêchant les manifestations de chaleur.

Mais cette activité lutéolytique n'est pas efficace à 100%;

c'est pourquoi l'ajout de la prostaglandine est nécessaire 48 heures avant le retrait du dispositif.

L'ajout du PMSG

La PMSG a un effet à la fois LH et FSH. Elle soutient aussi la croissance folliculaire et la production folliculaire d'œstrogène (effet FSH) et elle favorise l'ovulation (effet LH).

Son utilisation est intéressante chez des animaux en anoestrus avant traitement. Elle stimule la reprise de la cyclicité et augmente les chances d'avoir une ovulation.

La posologie dépend de la parité et de la race essentiellement, mais elle peut être adaptée pour tenir compte des particularités individuelles: âge, poids, état corporel, état physiologique.

Remarque : avec les races locales 350 à 400 UI

V- PROTOCOLES A BASE DE PROSTAGLANDINE ET DE GnRH

Le plus courant de ces protocoles est le protocole GPG , Gonadolibérine- Prostaglandine-2 α -Gonadolibérine, appelé aussi ovsynch.

Elle consiste en une succession d'injection de GnRH et de prostaglandine 2 α à date fixe suivie d'une insémination également à date fixe.

1- Le protocole

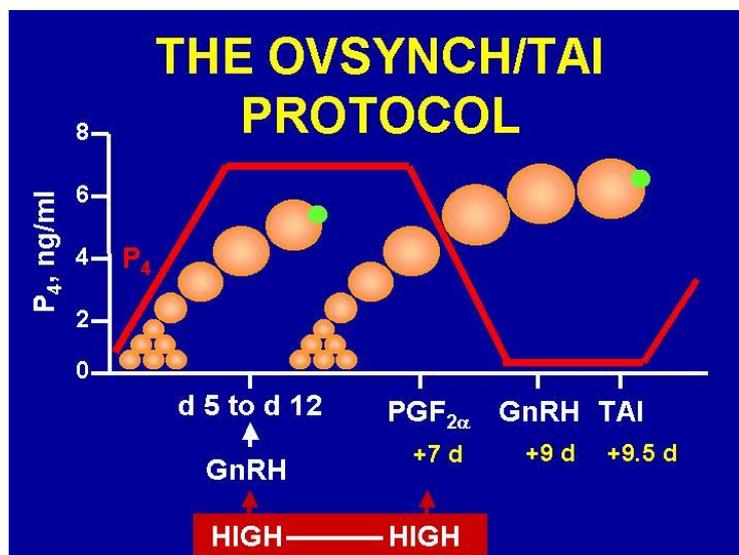
J0: une injection IM de 2ml GnRH ou ses analogues

J7: une injection IM de 2ml Prostaglandine 2 α ou ses analogues

J9: une injection IM de 2ml GnRH ou ses analogues

Une insémination a lieu 16 à 24 h après la dernière injection de GnRH

Ce protocole élimine la nécessité de détecter les chaleurs



2- MODE D'ACTION DES HORMONES PROTOCOLE GPG

Le GnRH a 3 rôles principaux:

- ✓ stimulation de la croissance folliculaire
- ✓ induction de l'ovulation, suivi de la formation du corps jaune
- ✓ lutéinisation éventuelle du follicule dominant

Le rôle de la première injection de GnRH dépend donc du stade du cycle œstral

VI- LES FACTEURS DE VARIATIONS DE LA REUSSITE DES TRAITEMENTS DE SYNCHRONISATION DES CHALEURS

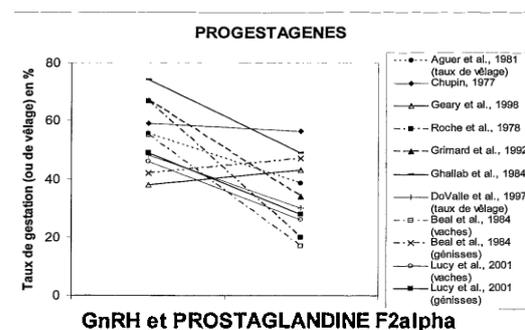
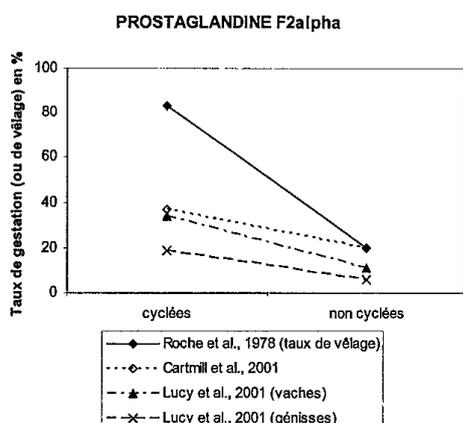
Les facteurs qui conditionnent la réussite des synchronisations peuvent être regroupés en 3 groupes:

- ✓ Ceux liés à l'animal
- ✓ Ceux liés à la conduite de l'élevage
- ✓ Ceux liés à l'environnement
- ✓ Leurs interactions

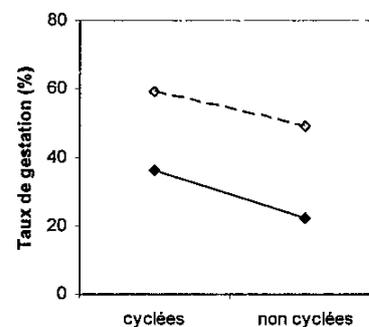
FACTEURS LIES A L'ANIMAL

1) *Cyclicité avant traitement*

Dans la plupart des études, les résultats de synchronisation sont meilleurs chez les animaux cyclés en début de traitement par rapport aux animaux non cyclés et ce quel que soit le type de traitement de synchronisation utilisé



GnRH et PROSTAGLANDINE F2alpha



---◇--- Geary et al., 1998 —◇— Cartmill et al., 2001

2) *Le stade du cycle au début du traitement*

- la prostaglandine 2α et ses analogues ne sont efficaces qu'entre J5 et J17, période où le corps jaune est sensible
 - Avec les progestagènes, la fertilité à l'oestrus induit diminue si le dispositif est mis en place pendant la phase lutéale: l'imprégnation progestéronique est trop longue d'où une période de dominance accrue du follicule qui devient moins fertile
 - Avec le protocole GPG,
 - l'efficacité est bonne si le traitement commence lorsqu'un follicule dominant susceptible d'ovuler est présent.
- En début de vague on obtient un follicule âgé, moins fertile

En fin de dioestrus on obtient un follicule jeune, moins fertile

3- la parité

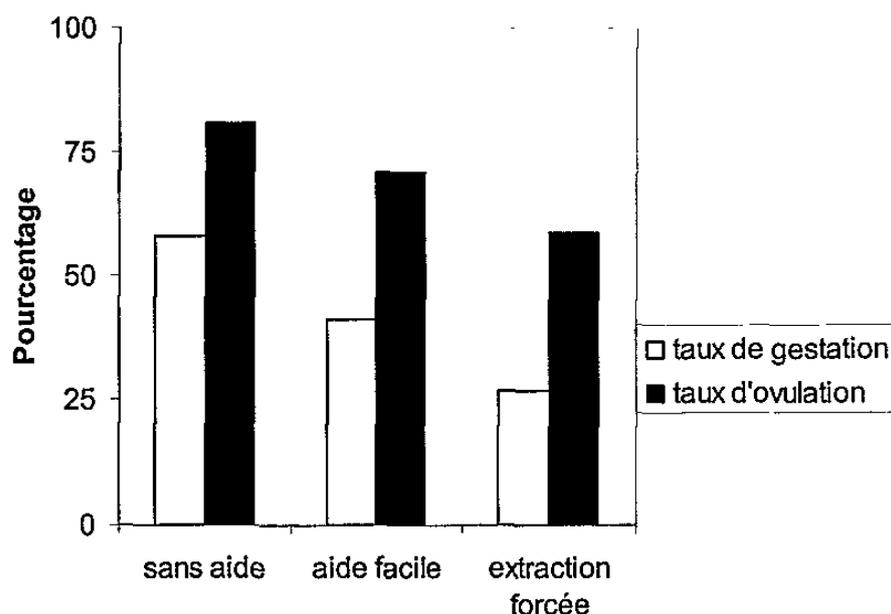
Les résultats exprimés par le taux de gestation sont meilleurs chez les multipares que chez les primipares, ceci s'explique par un taux de cyclicité avant traitement plus élevé chez les multipares

4- la race

Les traitements de maîtrise des cycles semblent plus efficaces en race rustique qu'en race à viande spécialisée. Ces différences raciales recouvrent des différences de conduite d'élevage: effet zone ou type d'élevage

5) Les conditions de vêlage

Les femelles ayant subi une extraction forcée ont 3 fois moins de chances d'être gestantes suite à la synchronisation par les progestagènes que celles ayant vêlé sans aide



FACTEURS LIES A LA CONDUITE DE L'ELEVAGE

1) Niveau alimentaire

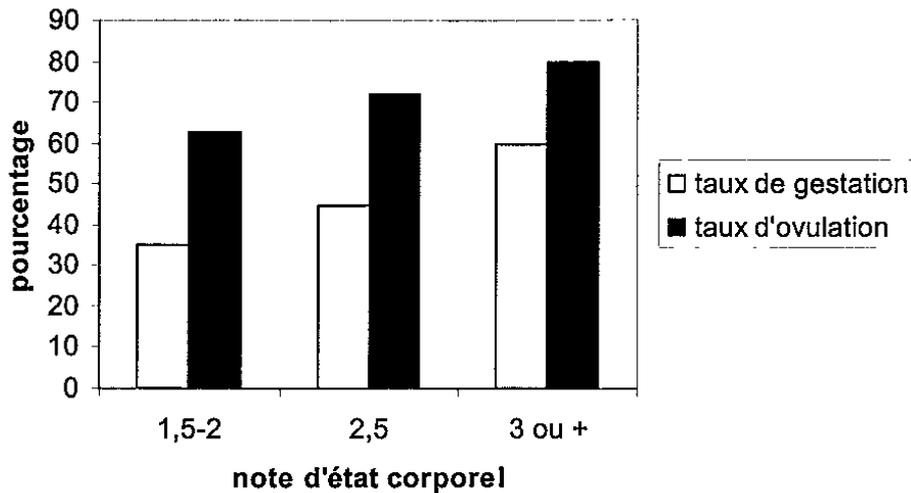
Diverses études ont décrit l'influence du niveau alimentaire sur la fertilité à l'oestrus induit en fournissant aux animaux une ration insuffisante par rapport au besoin énergétique ; Ce niveau alimentaire a un effet sur la croissance folliculaire et donc sur la fertilité de l'ovocyte.

2) Note d'état corporel

Pour apprécier l'état d'engraissement des bovins on utilise une échelle de notation de 0 (maigre) à 5 (gros).

Les recommandations habituelles sont de ne pas mettre à la reproduction des animaux dont la note est inférieure à 2,5 chez les multipares et à 3 chez les primipares.

Les animaux moins lourds répondent moins bien aux synchronisations



3) Effet du flushing

Il consiste à apporter une bonne complémentation 10 j avant le début de traitement de synchronisation et doit se poursuivre 2 à 3 semaine après l'insémination.

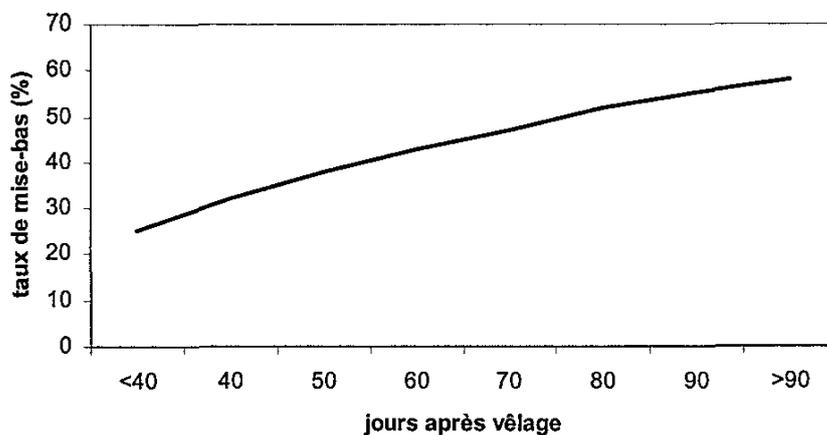
Il a un effet positif sur la croissance folliculaire.

Son effet est très bénéfique surtout sur les vaches maigres

4) Intervalle vêlage début traitement

L'involution utérine dure environ un mois chez la vache. Les premières chaleurs après vêlage sont souvent discrètes et ne s'accompagnent pas toujours d'une ovulation. Le cycle sexuel est court.

Il est donc conseillé de ne pas mettre à la reproduction des vaches laitières avant 50 à 60 jours après vêlage.



L'anoestrus post partum est long à cause de la présence du veau.

5) Saison et date de vêlage

La saison de mise à la reproduction et la saison de vêlage peuvent avoir une influence sur la fertilité, ceci est en rapport avec le disponible alimentaire.

FACTEURS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT

1) *Effet taureau*

La présence physique d'un taureau dans le même bâtiment que les femelles peut influencer la réussite du traitement de synchronisation.

2) *Le logement*

Le retour à une activité ovarienne cyclique après vêlage dépend du type de logement affecté aux animaux

- logement en stabulation libre,
- entravée,
- aération,
- surface par animal etc...

LES EFFETS CUMULATIFS

Les facteurs de variation de la synchronisation sont cumulatifs. Ce sont souvent les mêmes qui cumulent plusieurs facteurs de risque:

Ex: les primipares ont assez souvent un vêlage difficile, elles sont plus maigres que les multipares et sont rarement cyclées à la mise à la reproduction.

Il faut donc être vigilant sur ces catégories d'animaux, pour réunir les conditions d'une bonne réussite (retarder la synchronisation, et faire du flushing)

CONCLUSION

Sur les 3 grandes catégories de protocoles de synchronisation

- Les prostaglandines seules
- Les progestagènes
- La GnRH et les prostaglandines

Leur efficacité étant similaire, il faut choisir le traitement le plus adapté en fonction de la catégorie d'animaux et en faisant beaucoup attention aux facteurs de réussite.

G/ LA TECHNIQUE DE L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

INTRODUCTION

L'insémination artificielle (IA) est une technique de reproduction consistant à recueillir le sperme chez le mâle et à l'introduire dans les voies génitales de la femelle, sans qu'il y ait accouplement. Le sperme **recueilli** peut être utilisé immédiatement ou après une plus ou moins longue période de conservation sous forme réfrigérée ou congelée.

L'insémination artificielle était déjà pratiquée par les Arabes au XIV^e siècle sur les juments. C'est Lazzaro Spallanzani, professeur d'histoire naturelle près de l'Université de Pavie, en Italie, qui en Europe a découvert et décrit la fécondation d'ovules par des spermatozoïdes et qui fut le premier à réaliser une insémination artificielle chez le chien.

L'IA a été perfectionnée au début du XX^e siècle par des vétérinaires et des scientifiques et commencée à être utilisée couramment à partir des années 1930, surtout en Russie. Elle a été à l'origine utilisée pour l'amélioration des races bovines. La diffusion de l'IA dans les Pays occidentaux commencée dans les années 1940. En 1949 Polge, Smith et Parke ont prouvé la possibilité de la congélation de la semence à -79°C en CO₂ solide et, en 1952, Rowson et Polge démontreront la possibilité de congeler le sperme en azote liquide à -196°C. Enfin, en 1964, pendant un colloque international sur la reproduction animale, le français C. Cassou a exposé une nouvelle méthode de préparation de la semence en paillettes.

Au début l'IA a été utilisée comme méthode pour éviter la diffusion des maladies sexuellement transmissibles (parmi les autres, la brucellose). En fait, seulement dans des rares cas le pathogène peut être transmis avec le sperme.

En tout cas, l'emploi des taureaux régulièrement contrôlés et vaccinés évite ce problème.

Cependant, le rôle principal de IA est d'assurer l'amélioration génétique du cheptel en utilisant semences soit des taureaux sélectionnés des races locales soit des taureaux exotiques.

Excepté en Afrique orientale et australe, la méthode de l'insémination artificielle n'a eu qu'une incidence limitée en Afrique. A la fin des années 80, moins d'un million de têtes ont été inséminées en Afrique tropicale, dont environ 400.000 au Kenya, pour près de 100 millions de têtes inséminées dans le monde.

Les **avantages** de cette méthode sont de plusieurs ordres :

- **Prévention sanitaire** : a la condition que les mâles et leur troupeau d'origine soient contrôlés, la transmission de maladies vénériennes (trichomonose, campylobactériose) ou contagieuses (brucellose, tuberculose, paratuberculose, blue tongue, rhinotrachéite infectieuse bovine, ...) est ainsi évitée.
- **Progrès génétique** : l'IA a pour objectif majeur l'accroissement de la productivité du cheptel à travers l'amélioration génétique, fondée sur une sélection du cheptel local en station et une diffusion des produits de la sélection ou sur croisement avec des races étrangères plus performantes par importation de semences congelées. Il s'agit de constituer des noyaux de cheptel performants dans le cadre de programmes intégrés d'intensification de l'élevage (production viande ou laitière). Dans les Pays développés, des taureaux performants sont utilisés pour augmenter la production laitière et grâce à la production rapide d'une large descendance, on effectue le testage sur descendance de ces taureaux (progeny test).
- **Economie** : en utilisant l'IA, les petits éleveurs évitent les coûts d'entretien du taureau et, de plus, ils peuvent planifier la production en fonction de l'alimentation disponible et des variations saisonnières.
- **Conservation des races** : en créant des banques de semences pour les races bovines en voie de métissage ou de raréfaction, c'est le patrimoine génétique qui est préservé.
- **Maîtrise des performances de reproduction** : le suivi des animaux pour effectuer l'IA a pour résultat une amélioration des performances de reproduction du troupeau.

L'utilisation de l'IA impose cependant des **contraintes** :

- Correcte détection des chaleurs: il faut effectuer de bonnes détections des chaleurs des vaches ou bien recourir à la synchronisation (qui présente son coût) des chaleurs avec IA à heures fixes.
- Suivi et gestion du troupeaux : il faut disposer d'installation de contention des animaux si les IA sont faites sur place.
- Bonne alimentation : une bonne alimentation est nécessaire au moins en période de reproduction.
- Disponibilité de personnel compétent : il faut pouvoir compter sur personnel compétent, bien formé et expérimenté.
- Disponibilité d'azote liquide : il faut disposer régulièrement d'azote liquide pour la conservation de la semence, mais l'azote liquide coûte très cher et n'est pas disponible partout. De plus l'installation d'une machine productrice d'azote liquide est onéreuse pour sa consommation en électricité et nécessité d'une maintenance réalisé par techniciens qualifiés.

Dans le cadre de l'amélioration génétique par croisement, l'IA avec de la semence importée permet de contourner les difficultés liées à l'acquisition et à l'élevage d'animaux exotiques. En plus de l'intérêt économique associé à cette amélioration génétique, la pratique de l'insémination revêt des aspects de conservation du patrimoine génétique (par conservation des semences) et de sécurité sanitaire en réduisant la propagation des maladies pouvant être contractées au cours de l'accouplement.

La solution de l'insémination réduit des risques et présente certaines commodité : les coûts peuvent être diminués au fur et à mesure de l'augmentation du cheptel (réduction ou élimination des mâles et augmentation des femelles en production) et en plus la réduction quantitative des mâles limite la charge des animaux sur le pâturage et leur destruction. Un autre outil de l'IA est la réduction ou bien l'élimination des taureaux dans certains troupeaux pour la diminution soit des risques soit des couts liés à leur gestion.

La réalisation des croisements de races locales et de races importées, si bien métrisée et évaluée, permet de bénéficier à la fois de la résistance aux maladies et aux conditions de milieu apportée par la race locale et de l'augmentation de production laitière conférée par la race importée.

Il n'est pas nécessaire d'acheter la semence des meilleurs taureaux indexés en climat tempéré pour effectuer des croisements. Un taureau défini comme « moyen » en Europe peut se révéler excellent sous les tropiques, dans un milieu plus pauvre génétiquement. Ainsi, d'importantes économies peuvent être réalisées. Il y a lieu de tenir compte de la taille des veaux obtenus avec la semence des taureaux (facteur de facilité au vêlage), car les femelles sont souvent de taille très inférieure.

La technologie de l'IA comporte quatre phases:

- la collecte de la semence,
- la préparation de la semence,
- la conservation des paillettes,
- l'acte de l'insémination.

1. LA COLLECTE DE LA SEMENCE

La semence ou sperme est généralement collectée au niveau de centres spécialisés possédant matériel animal et infrastructures spéciales tels que :

- une aire de monte avec un « travail » fixe et adapté au gabarit des animaux,
- un géniteur sélectionné sur la base de ses performances de production et de son état de santé,
- un boute-en-train qui peut être une femelle en chaleur ou non, un mâle ou un mannequin pour la stimulation du géniteur.

Le sperme est collecté sur des animaux reconnus indemnes de plus importantes affections et tares génétiquement transmissibles (cryptorchidisme) et provenant d'exploitations indemnes.

Le sperme d'un taureau est récolté le plus souvent au moyen d'un vagin artificiel dans le quel le taureau éjacule au moment où il monte pour l'accouplement sur un animal (boute-en-train, qui peut être représenté par un autre taureau ou une vache en chaleur) bien contenu ou un mannequin. L'apprentissage du géniteur à l'éjaculation dans le vagin artificiel est nécessaire.

Le vagin artificiel est un dispositif simple composé par un corps constitué par un manchon rigide (le plus souvent en caoutchouc épais) ouvert aux deux extrémités. De l'eau chaude (environs 40-45°C) est introduite dans une manche de caoutchouc mince et souple, ou capote, qui double intérieurement le corps du vagin artificiel.

A l'une des extrémités du manchon rigide, un cône en caoutchouc est placé au bout duquel un tube collecteur gradué est inséré pour recueillir le sperme.

Avant chaque utilisation, les éléments du vagin artificiel doivent être nettoyés et désinfectés.



Le vagin artificiel



La collecte de la semence

Le sperme peut être collecté aussi par électro-éjaculation, surtout dans le cas de manque de libido ou d'impossibilité à effectuer le saut. Cette technique fournit un sperme moins concentré et avec une plus basse motilité des spermatozoïdes. Une autre technique de collecte de la semence est le massage des vésicules séminales, effectué par voie rectale après excitation sexuelle du taureau. Le sperme ainsi collecté est de qualité très faible.

2. LA PREPARATION DE LA SEMENCE

Le sperme recueilli subit une évaluation des caractéristiques quantitatives et qualitatives avant de la préparation des paillettes.

Divers examens sont effectués à l'œil nu et au microscope (en conservant l'éjaculat à température constante de 37°C):

- Volume de l'éjaculat (3 à 10 ml) ;
- Couleur et aspect macroscopique ;
- Motilité massale (notée de 0 à 5, selon la vitesse et la vigueur des vagues de spermatozoïdes) ;
- Motilité individuelle (pourcentage de spermatozoïdes mobiles) ;
- Concentration en spermatozoïdes (en utilisant un hématimètre, comme la chambre de Bürker) ;
- Pourcentage de spermatozoïdes anormaux (un étalement coloré à l'éosine nigrosine permet d'étudier la morphologie et le pourcentage de spermatozoïdes vivants dans l'éjaculat).

Un laboratoire spécifiquement équipé est nécessaire pour toutes ces manipulations. L'analyse du sperme nécessite : dilueur de sperme, cuve de bain-marie, microscope (avec les lames et lamelles), spectrophotomètre ou hématimètre (chambre de Bürker), biberons, éprouvettes, micro-pipettes avec cônes, pipettes pasteurs, etc.



L'analyse de la semence (frottis colorés à l'éosine nigrosine)

Si l'éjaculat est de bonne qualité le processus continue et un taux de dilution est calculé pour ramener chaque dose à un nombre donné de spermatozoïdes mobiles : au moins 8 millions de spermatozoïdes mobiles par dose au moment de l'emploi. Les dilueurs (milieu nutritif) communément sont constitués de lait, de jaune d'œuf, de la soja, de glycérol (cryoprotecteur) et d'antibiotiques. Après la dilution, la semence est refroidie progressivement jusqu'à 5°C.

En suite l'éjaculat est placé dans des paillette en plastique (soit moyennes de 0,5 ml soit mini de 0,25 ml). La mise en paillettes, le refroidissement et la congélation requièrent : paillettes vides avec une extrémité obturée par un tampon, machine complète d'aspiration de la semence dans les paillettes (moteur, cuvette, peigne), poudre de bouchage ou machine pour bouchage à chaud, portoir de paillettes pour la congélation et enceinte de travail à 4 °C (ou chambre froide), congélateur, bidons d'azote liquide.



Le dilueur



Le remplissage des paillettes



Le bouchage des paillettes

Le sperme dilué est aspiré dans les paillettes, qui sont ensuite bouchées à la poudre ou à chaud et laissé encore à 4°C jusqu'au moment de la congélation. Après une heure, elles sont disposées sur les portoirs en vue de la congélation.

La congélation peut se dérouler dans un récipient en polystyrène où les paillettes sont placées à quelques centimètres de l'azote liquide ou en utilisant un congélateur programmable qui permet un bon contrôle de la descente de la température pendant la congélation. En général la température baisse de 3-5 °C/minute jusqu'à -20°C et plus rapidement après pour rejoindre -150°C. En suite les paillettes sont directement plongées dans l'azote liquide à -196°C dans des réservoirs.



Les machines pour la congélation automatique de la semence

3. LA CONSERVATION DES PAILLETTES

Les paillettes préparées peuvent être conservées à 4°C si leur utilisation est programmée dans les 48 - 72 heures.

La semence conservée dans l'azote liquide peut être utilisée plus de vingt ans après sa préparation à condition que le niveau d'azote liquide dans les réservoirs soit toujours vérifié.

Les paillettes congelées sont conservées dans l'azote liquide dans des récipients cryogéniques de conservation (containers ou bonbonnes) et de plus petits containers sont utilisés pour le transport sur le terrain.

L'azote liquide est un gaz liquéfié, sans couleur ni odeur et sa température d'ébullition est de -196°C. Cette basse température peut déterminer des lésions similaires aux brûlures. Quand l'azote liquide évapore crée un gaz froid qui est plus lourd de l'air et qui se concentre dans le bas et produit une dense brume. Un litre d'azote liquide pèse 0,809 kg et il se transforme avec évaporation dans environ 700 litres de gaz. L'azote évapore plus ou moins rapidement selon le degré d'isolation des bonbonnes qui le contiennent. En tout cas pendant sa propre évaporation le gaz produit doit se libérer et donc les bonbonnes ne sont jamais à fermées étanche.

L'azote liquide n'est pas toxique mais il faut le manipuler avec précaution pour deux causes :

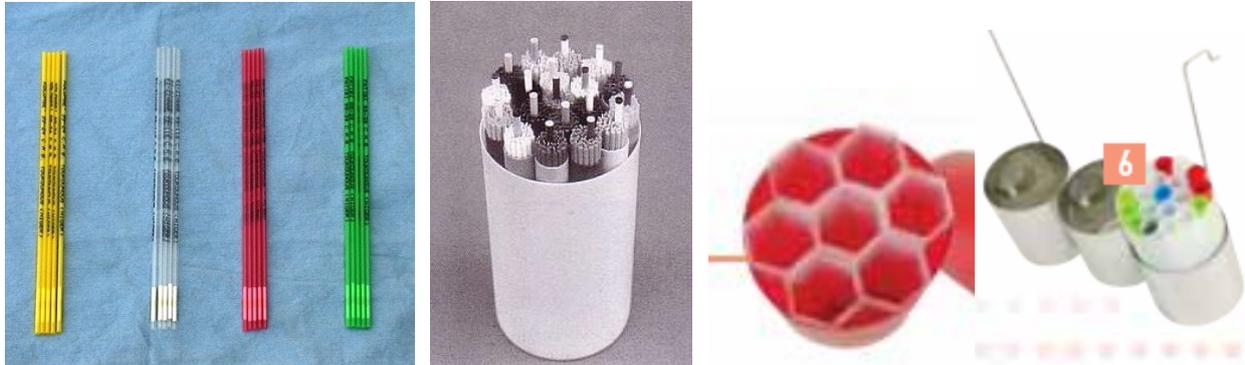
- il peut déterminer des brûlures quand il touche la peau ;
- dans une petite chambre enfermée il peut saturer l'air avec l'élimination de l'oxygène (danger d'asphyxie).

En cas de contact direct avec l'azote liquide il faut essayer de :

1. réchauffer la partie endommagée en la plongeant dans de l'eau tiède ou avec la chaleur du corps mais pas la mettre en contact avec forte chaleur ;
2. ne pas masser ou frotter la partie endommagée ;
3. ne pas bouger si sont les pieds à être touchés ;
4. laver avec un savon doux la partie endommagée ;
5. demander l'avis d'un médecin en présence de grosses vessies ou ulcérations de la peau.

Les paillettes sont en plastique de différents couleurs qui permettent l'identification des différents géniteurs. D'habitude sur la paillette il y a indication du nom de taureau, de la race, du centre de production, de la date et du lot de production.

Les paillettes sont stockées dans les réservoirs en gobelets en plastique en couleurs différents classés dans des *canisters* numérotés.



Les paillettes, les gobelets et les canisters pour leur stockage

Les bonbonnes pour la conservation des paillettes peuvent avoir caractéristiques différentes selon :

- l'autonomie (jours pour l'évaporation de tout l'azote contenu) ;
- le taux d'évaporation (variable selon la température, l'usage et l'usure du réservoir : en conditions optimales le taux d'évaporation est du 0,1 litres/jour).
- le volume d'azote ;
- le diamètre du col de réservoir (si trop grand il y a une majeure évaporation, mais la sortie des paillettes est plus facile) ;
- capacité en paillettes.

Une des majeures difficultés à ce niveau est l'approvisionnement régulier en azote liquide qui est un produit qui s'évapore rapidement, surtout quand les températures ambiantes sont élevées. Un réajustement régulier du niveau d'azote dans tous les containers est indispensable.

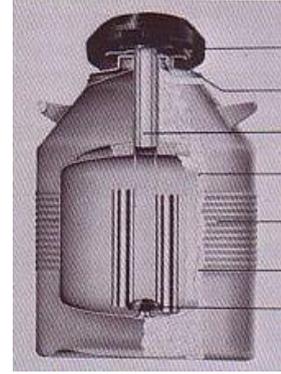
Le niveau de l'azote dans les réservoirs nécessite des contrôles réguliers avec une barre graduée qui est plongée dans l'azote et sur la quelle est possible mesurer son niveau dans la bonbonne.

L'exposition de la semence aux températures supérieures à -35°C peut déterminer des anomalies très graves aux cellules et donc réduire le nombre des spermatozoïdes vivants au moment de la décongélation de la paillette en diminuant aussi la fertilité de la semence pendant l'IA.

Donc pour éviter ces dommages il faut toujours contrôler le niveau de l'azote liquide dans tout les bidons qui contiennent des paillettes et effectuer les déplacements des paillettes dans les différents bonbonnes qu'on utilise pour aller faire les IA le plus rapidement possible et en laissant toujours les paillettes immergées dans les gobelets remplis d'azote liquide.

Paillettes décongelées et ne pas utilisées ne peuvent plus être congelées une deuxième fois.

Tout sort des réservoirs doivent être manipulés avec prudence et cautèle : il faut éviter les chocs et les collisions quand ils viennent placés par terre ou pendant le transport. Dans ce dernier cas il faut bien assurer le réservoir pour échapper des chutes ou des écoulements d'azote.



Les réservoirs pour l'azote liquide et les paillettes

4. L'ACTE D'INSEMINATION ET LA MISE EN PLACE DE LA SEMENCE

Après avoir détectée la chaleur des animaux à inséminer ou après avoir suivi un protocole de synchronisation, il faut se préparer pour l'acte d'insémination et le matériel à utiliser pour la pratiquer.

- Le pistolet

Est une sorte de seringue longue 45 cm, réalisée en acier, avec un corps cylindrique, un piston et une rondelle pour fixer la gaine. Généralement on utilise des pistolets universels qui sont adaptés à l'usage soit des paillettes moyennes soit des paillettes mini.

Après usage le pistolet doit être nettoyé avec alcool ou un autre désinfectant.

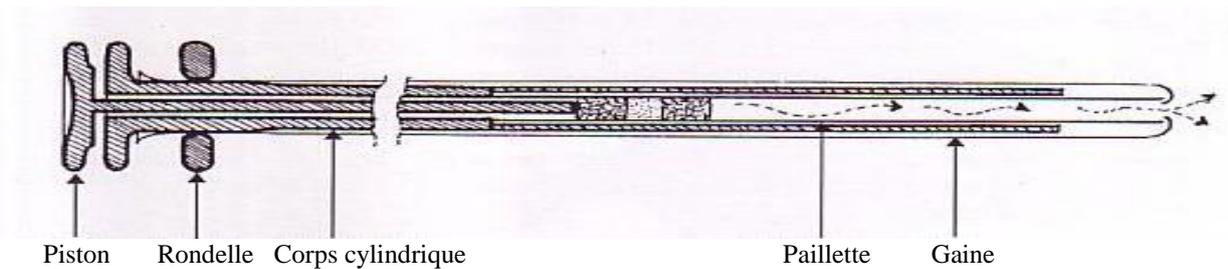


Schéma d'un pistolet



Pistolets universels

- Les gaines

Sont à usage unique et assurent la protection sanitaire au pistolet pendant l'insémination. Elles doivent être conservées à l'abri de la lumière du soleil et de la chaleur excessive et dans un lieu propre et ne pas trop poussiéreux. Le sachet qui contient les gaines doit être ouvert du côté opposé à leurs pointes.

- Les chemises sanitaires

Sont mises sur le pistolet et la gaine pour une ultérieure protection sanitaire au moment du passage dans le vagin et le col de l'utérus.

- Le coup paillettes (ou ciseau)

Est utilisé pour couper les paillettes du côté du bouchon.

- Les gants

Sont utilisés pour protéger l'opérateur pendant la fouille rectale.

- Le thermos

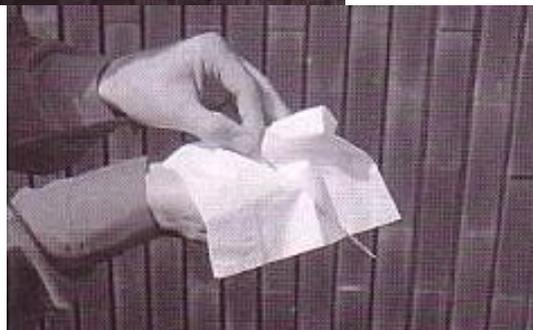
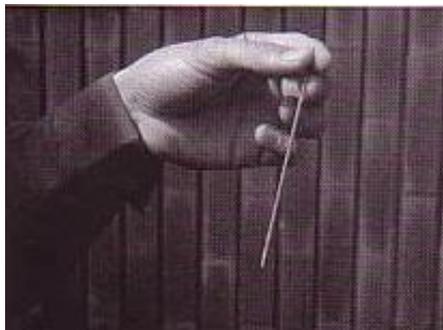
Est utilisé pour la décongélation des paillettes. Il doit garder la température de l'eau à environ 35-37°C.

- Papier filtre

Est utilisé pour essuyer les paillettes après la décongélation.

La décongélation

La décongélation de la paillette retirée de l'azote liquide se fait en la plongeant dans de l'eau à 35-37°C pendant 45 secondes. Avant cette opération, il est recommandé de secouer la paillette pour extraire l'azote qui se serait accolé au bouchon de coton afin de prévenir son éclatement. La paillette est ensuite asséchée à l'aide d'un papier filtre. Cette opération est très importante car le contact de l'eau avec la semence est très négatif et causes la mort des spermatozoïdes.



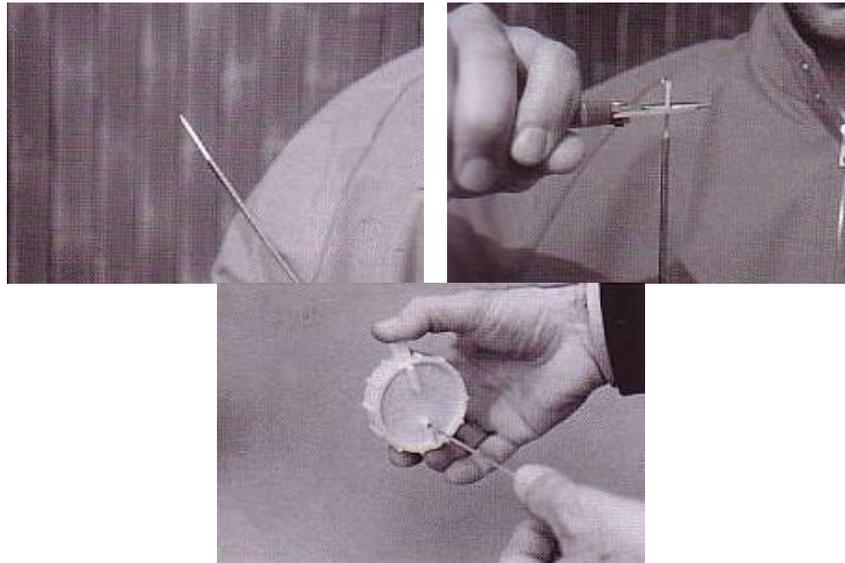
Le retrait de la paillette

*Thermos
pour décongélation*

Essuyage de la paillette

La préparation du pistolet

Après décongélation et séchage, la paillette est montée dans le pistolet et ouverte en la coupant à 1 cm du bord bouché pendant la préparation (opposé au bord où il y a le bouchon en coton) avec un coupe-paillettes ou des ciseaux.

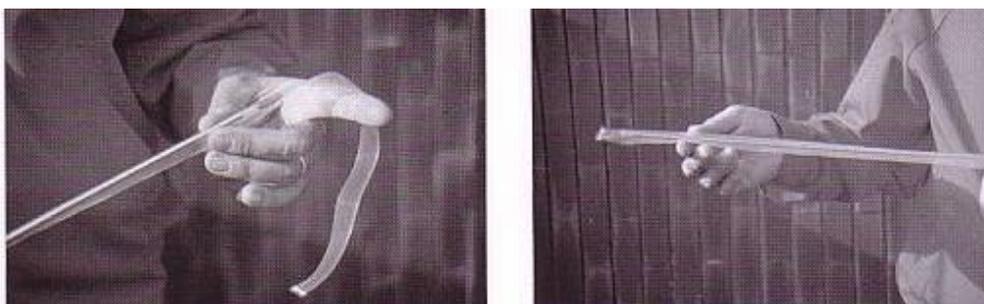


Pose de la paille dans le pistolet Coupe avec ciseaux..... ou coupe-pailles

Enfin le tout est recouvert de la gaine et le pistolet est introduit dans la chemise sanitaire.



Pose de la gaine.....



.....et de la chemise sanitaire

Toute semence décongelée doit être utilisée immédiatement (dans les 15 minutes qui suivent) pour éviter une dégradation de son pouvoir fécondant. Il faudrait aussi ne décongeler qu'une paille à la fois, considérant le temps que peut prendre un acte d'insémination. Le taux de fertilité décroît par l'augmentation de nombre de pailles décongelées simultanément, il est recommandé une décongélation unique devant un lot présenté pour insémination.

L'acte d'insémination

L'acte consistera à mettre une main (généralement la gauche pour un droitier) dans un gant lubrifié et à l'introduire dans le rectum pour localiser et saisir le col de l'utérus. Pendant la fouille rectale il faut agir doucement pour ne pas déranger la vache : la main doit être lubrifiée avec du gel (pas des savons ou des détergeant qui irritent la muqueuse du rectum).

L'opérateur doit se placer derrière la vache, un peu latérale mais presque appuyé à l'animal pour en apprécier les mouvements et éviter coups de pied.

Avec la main dans le rectum il faut vider l'ampoule rectale des fèces pour mieux percevoir le col de l'utérus. Il ne faut pas faire des mouvements « d'aller-retour » pour ne pas remplir l'ampoule rectale d'air.



Fouille rectale et évacuation des fèces

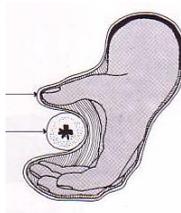
Si l'animal est bien en chaleur ces mouvements peuvent déterminer la sortie de la glaire cervicale qui doit être attentivement observée et évaluée. Le mucus cervical peut être filant et clair pendant l'œstrus ou plus visqueux et d'apparence laiteuse dans le post-œstrus.



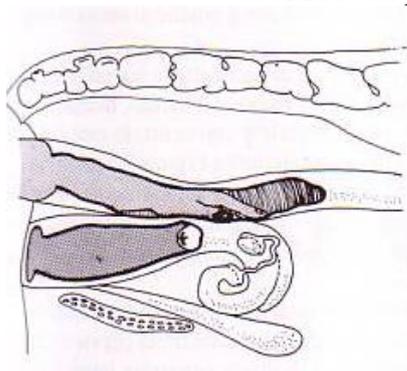
Sortie de la glaire

Quand on perçoit le col il faut l'attraper : si la vache est en chaleur le col et les cornes de l'utérus sont enflées et compactes.

*Paroi du
Col de*



Méthode pour attraper le col de l'utérus



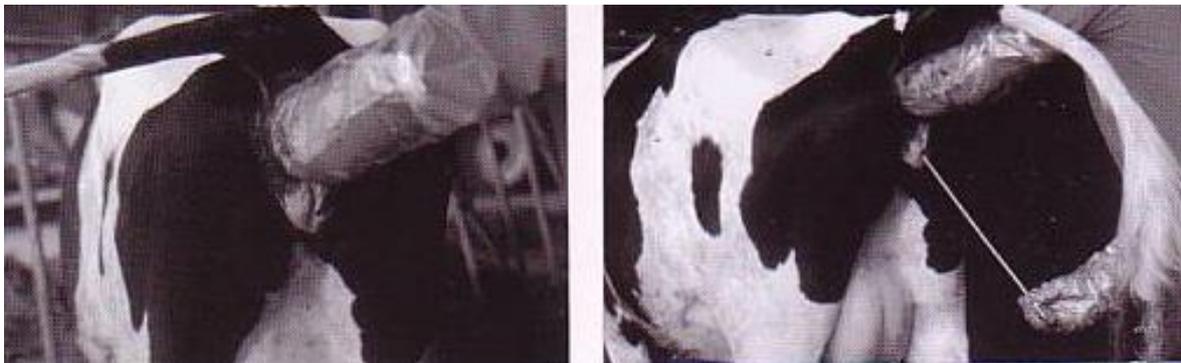
Recherche et palpation du col par voie rectale

Avant d'insérer le pistolet dans le vagin il faut bien nettoyer la vulve soit avec un papier soit avec de l'eau ; dans ce dernier cas il faut bien sécher la vulve avant d'introduire le pistolet.

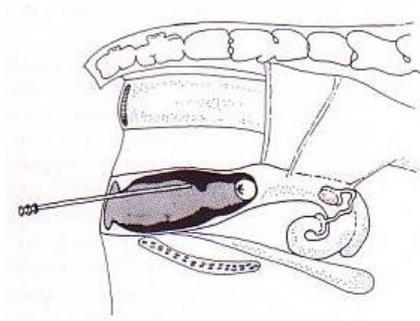


Nettoyage de la vulve avant l'introduction du pistolet

Le pistolet tenu par l'autre main libre (la droite toujours dans le cas d'un droitier) est ensuite introduit dans le vagin jusqu'au col qu'il doit traverser.



Introduction du pistolet dans le vagin

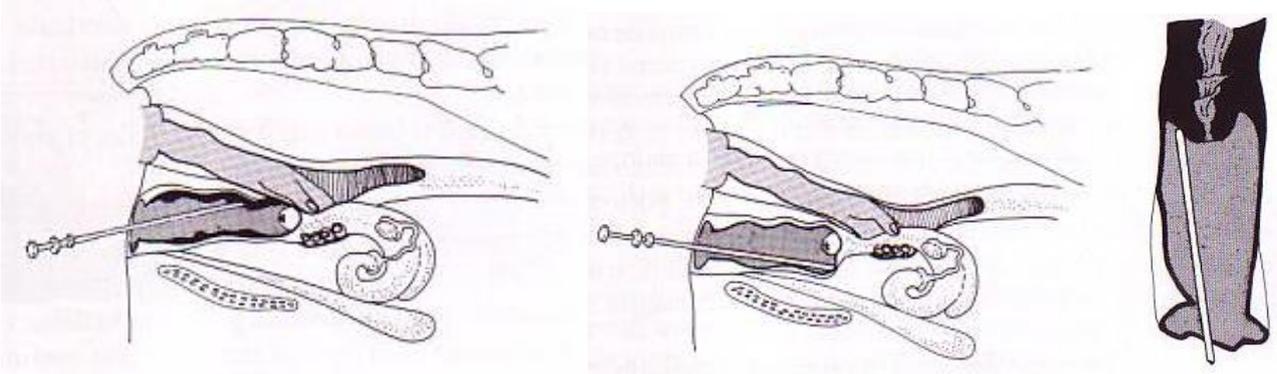


Comme le vagin est un canal virtuel, ses parois peuvent former des plis qui empêchent au pistolet d'avancer : il faut donc les détendre en poussant le col de l'utérus vers la tête de la vache par la main dans le rectum.

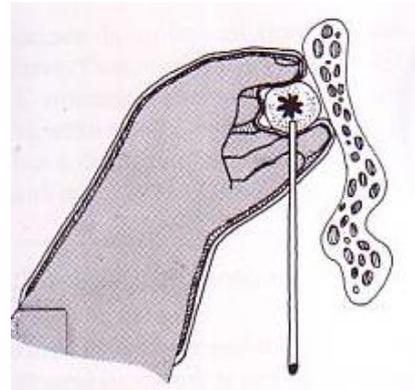
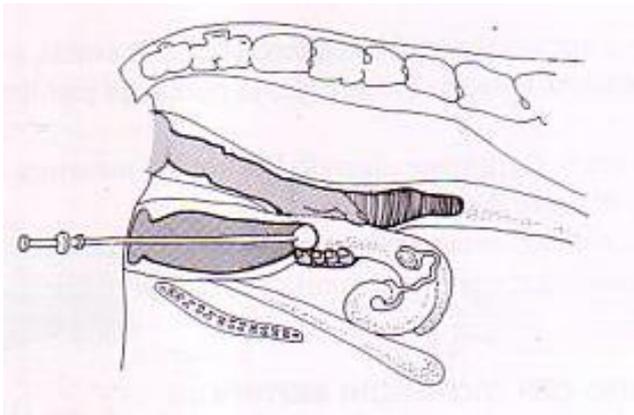
Pour faciliter l'entrée du pistolet dans le vagin et éviter de l'insérer dans le méat urinaire, il faut le positionner avec un angle de 45°C.

Plis dans le vagin

En faisant avancer le pistolet dans le vagin, il faut le guider vers l'orifice externe du col utérin. Généralement l'orifice se trouve au milieu du col mais parfois il faut faire des mouvements soit du pistolet soit du col (avec la main dans le rectum) pour faire rentrer le pistolet dans le col. Un autre obstacle peut représenté par le fornix, un fond aveugle entre l'orifice du col et le vagin.

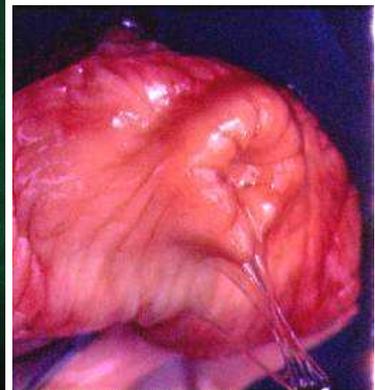
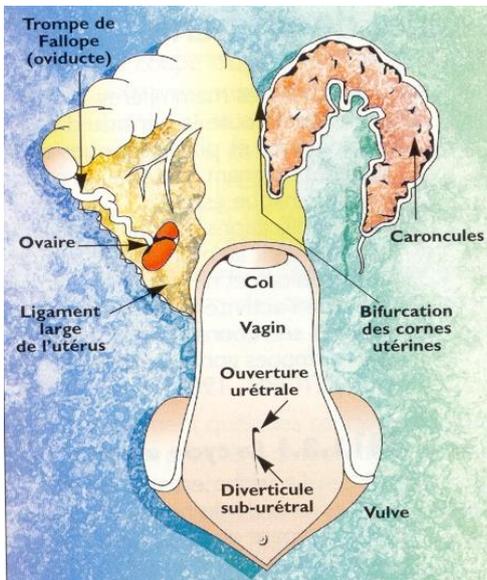


Mouvements pour guider le pistolet – Obstacle du fornix entre l'orifice du col et le vagin

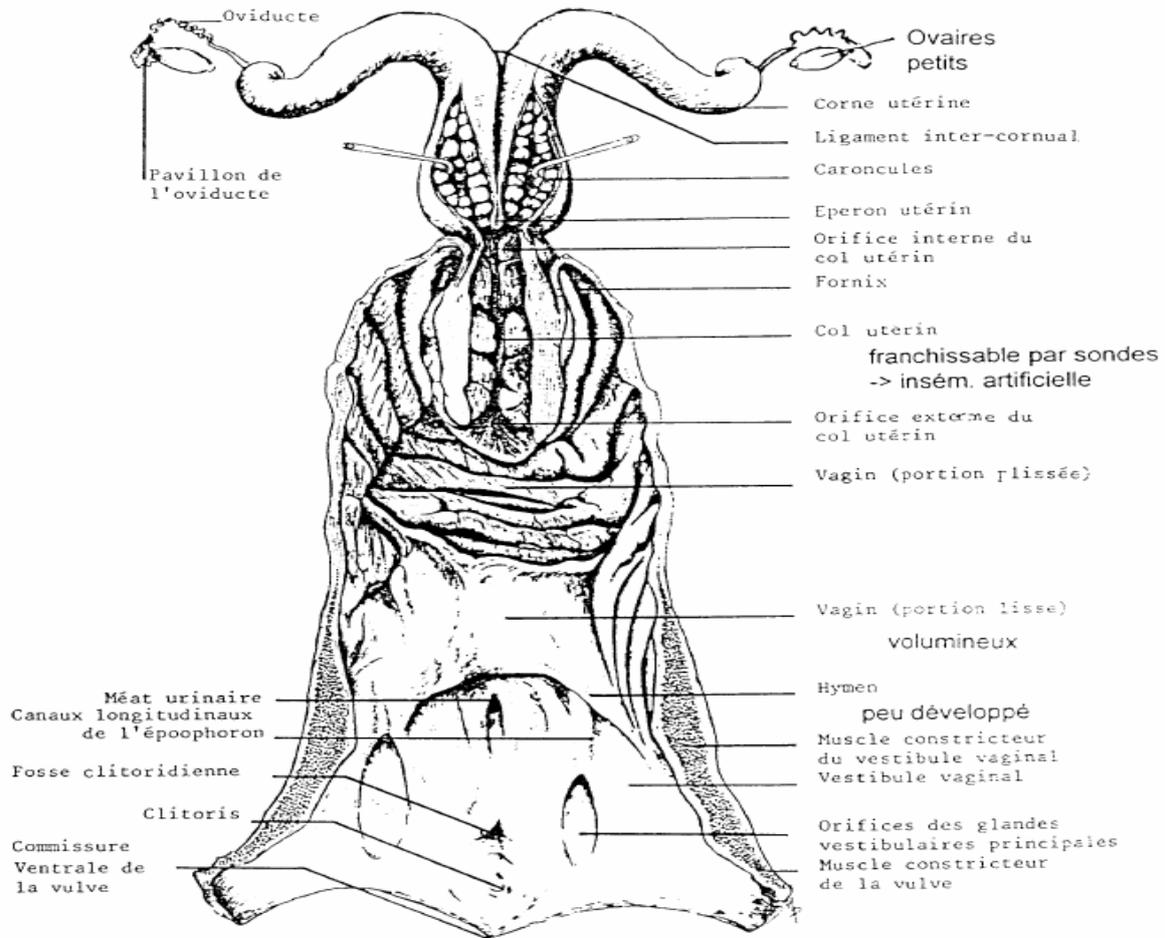


L'accès du pistolet dans l'orifice externe du col de l'utérus

L'orifice externe du col est commodément accessible lors que la vache est bien en chaleur, mais plus difficilement si il s'agit d'une génisse.

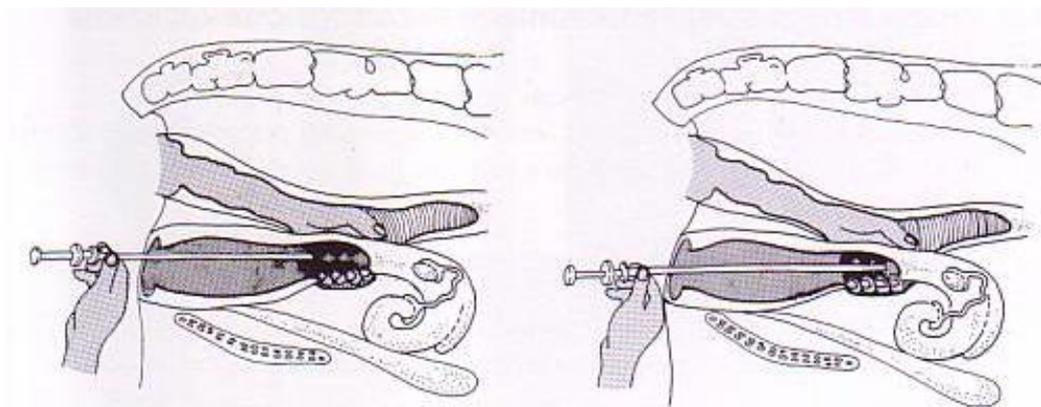


Rappels d'anatomie de l'appareil génital de la vache



Rappels d'anatomie de l'appareil génital de la vache

Après avoir placé le pistolet dans le col il faut rejoindre le lieu pour la déposition de la semence, c'est à dire le corps de l'utérus. Il faut donc dépasser la série des pliques de la muqueuse du col avec l'aide des mouvements conjoints de la main dans le rectum et de la main qui porte le pistolet.

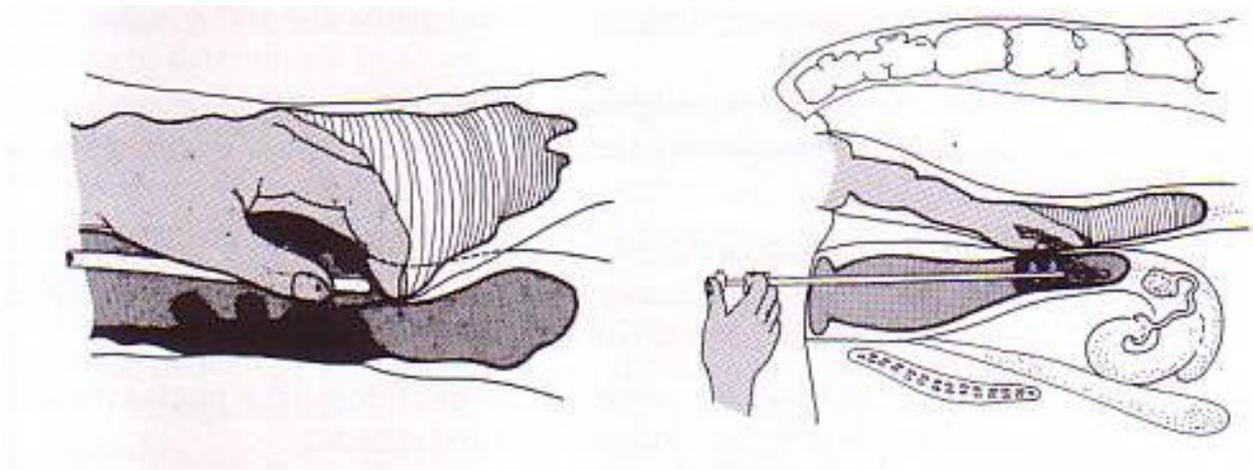


Mouvements nécessaires pour dépasser le col de l'utérus

Ces mouvements doivent être réalisés doucement pour ne pas blesser ni la muqueuse du col ni les parois de l'utérus beaucoup plus délicate.

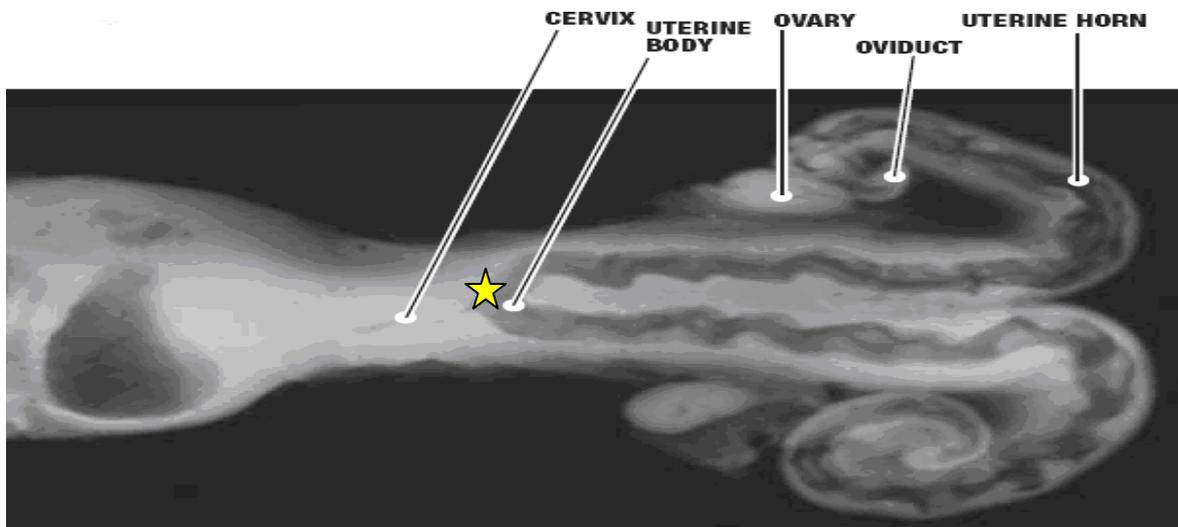
Quand le col est dépassé dans toute sa longueur, on peut sentir le bout du pistolet dans le corps de l'utérus. Il faut donc faire reculer le bout du pistolet au niveau de l'orifice interne du col de l'utérus.

C'est à ce niveau, dans le corps de l'utérus, proche au bout antérieur du col et bien avant la bifurcation des cornes utérines, qu'il faut déposer le sperme.



Perception du pistolet dans le corps de l'utérus et déposition de la semence

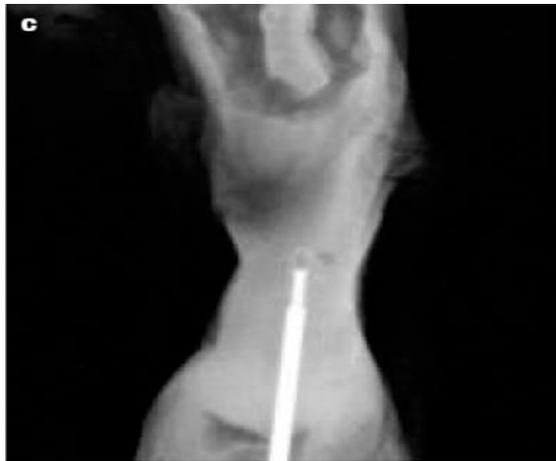
Après, le pistolet est retiré et le gant et la gaine qui ont été utilisés sont mis au rebut. Il est conseillé de masser l'utérus par la main dans le rectum avant de la retirer.



Site de dépôt de la semence (image radiographique)



Site correct de dépôt de la semence (image radiographique)



Technique incorrecte : insémination cervicale (image radiographique)



Technique incorrecte : insémination cornuelle (image radiographique)

H/ LE DIAGNOSTIC DE GESTATION

L'identification précoce des animaux non-gestants constitue une étape obligée vers la réduction de l'intervalle entre vêlages et donc l'optimisation du potentiel de production des élevages laitiers et viandeux. Les méthodes de diagnostic de gestation peuvent se répartir en deux groupes. Le premier rassemble ceux basés sur les modifications hormonales inhérentes à la gestation tandis que le second comporte les méthodes basées sur les modifications physiques de l'animal ou de l'utérus gravide. S'y ajoutent les méthodes basées sur la détection du retour éventuel en chaleurs de l'animal.

Le choix d'une méthode de diagnostic de gestation repose essentiellement sur la triple notion de précocité, de praticabilité et d'exactitude. La notion de précocité ne s'applique pas de la même façon aux diagnostics de gestation et de non-gestation. Plus le diagnostic de non-gestation peut être précoce et plus rapidement pourra être mise en place une démarche zootechnique ou thérapeutique visant à raccourcir le délai entre le vêlage et l'insémination fécondante. A l'inverse, la confirmation précoce de la gestation est entachée du risque supplémentaire de mortalité embryonnaire précoce ou tardive. La praticabilité de la méthode doit également être prise en considération. Elle implique tout à la fois l'expérience de l'utilisateur, les conditions pratiques de contention et de notation des données dans l'élevage, les investissements possibles par le vétérinaire et l'éleveur, l'appareillage nécessaire, l'application potentielle de ce dernier dans un autre cadre que le diagnostic de gestation. La notion d'exactitude de la méthode revêt une importance pratique certaine. En fait, les méthodes de diagnostic de gestation peuvent être évaluées au moyen de 4 critères que sont : la sensibilité et la spécificité, le degré d'exactitude des diagnostics de gestation et de non-gestation. Alors que les deux premiers évaluent la méthode, les deux derniers évaluent davantage leur utilisateur.

En présence d'un animal à examiner et à l'égard du résultat de cet examen, quatre situations sont possibles :

	Animal gestant	Animal non gestant
Diagnostic +	a	b
Diagnostic -	c	d

- Situation a: le diagnostic de gestation s'est révélé exact: vrai positif
- Situation b: le diagnostic de gestation s'est révélé inexact: faux positif
- Situation c: le diagnostic de non-gestation s'est révélé inexact: faux négatif
- Situation d: le diagnostic de non-gestation s'est révélé exact: vrai négatif

La sensibilité de la méthode évalue sa capacité à détecter les animaux positifs. Elle s'exprime par le rapport entre $a/a+c$. Parmi les animaux réellement gestants, elle détermine le pourcentage d'animaux qui ont été diagnostiqués gestants par la méthode utilisée.

La spécificité de la méthode évalue sa capacité à détecter les animaux négatifs : elle s'exprime par le rapport $d/b+d$. Parmi les animaux réellement non-gestants, elle détermine le pourcentage d'animaux qui ont été diagnostiqués non-gestants par la méthode.

Les degrés d'exactitude (+ ou -) de la méthode ont davantage une valeur pronostique. Le degré d'exactitude des diagnostics de gestation s'exprime par le rapport $a/a+b$ et celui des diagnostics de non gestation par le rapport $d/c+d$. Ces rapports expriment la probabilité que le diagnostic posé se révèle exact ou inexact. Il convient de rappeler l'antagonisme existant habituellement entre la

précocité de la méthode et le degré d'exactitude des diagnostics positifs; Du fait en effet du risque d'interruption de gestation, plus la précocité est élevée et moins l'exactitude des diagnostics de gestation sera grande.

Les signes qui annoncent la gestation ou grossesse sont nombreux et variables, mais souvent trompeurs ; aucun ne peut être considéré comme certain dans tous les cas et l'on peut souvent s'y méprendre. Il est arrivé un grand nombre de fois que des femelles ont mis bas sans que, antérieurement, on ait pu acquérir la certitude qu'elles étaient pleines, quelquefois même sans qu'il y ait eu le moindre indice. On peut même dire que souvent dans les premiers temps de la gestation rien n'annonce cet état. Il n'en est pas moins nécessaire de bien connaître les signes de la plénitude quelque équivoques qu'ils puissent être ; au contraire, pour cette même raison, ils doivent être mieux étudiés afin qu'on puisse arriver à réunir le plus de chances possible contre l'erreur.

Une classification généralement adoptée et devenue classique pour les signes de la gestation, c'est leur division en signes *rationnels* et signes *sensibles*. Les premiers sont ceux qui résident dans les modifications apportées à l'état général de la femelle, et la connaissance qu'on en déduit pour le diagnostic ne vient que du raisonnement ; aucun d'eux n'est probant, et même quelquefois réunis ils ne peuvent que faire soupçonner l'état. Les seconds se manifestent directement à nos sens ; ils annoncent par eux-mêmes, et sans qu'il soit besoin de les interpréter par le raisonnement, la présence du fœtus.

Les méthodes les plus courantes pour diagnostiquer la gestation sont l'absence de retour en chaleur, la palpation rectale et les méthodes hormonales.

L'absence de retour en chaleur

En général, une vache est déclarée gestante si on n'observe pas de chaleurs pendant plus de 60 jours après une saillie (la durée de trois cycles). Cependant, une vache peut ne pas revenir en chaleur pour d'autres raisons: un kyste ovarien ou le manque de détection des chaleurs. La cessation des chaleurs est le premier, mais non le plus certain des signes de la gestation ; il est même souvent capable d'induire en erreur. Lorsque, six à huit jours après un accouplement qui s'est opéré dans de bonnes conditions, on voit les chaleurs disparaître ; lorsque la femelle, présentée de nouveau au mâle, refuse de se laisser couvrir, on peut présumer que cette femelle a conçu. Cette présomption se fortifiera s'il s'écoule un mois, un mois et demi, sans qu'on voie reparaitre le moindre signe d'excitation génésique, surtout si la femelle est en bon état, bien nourrie, et a l'habitude de porter tous les ans. Chez quelques femelles, l'érection des organes génitaux, la manifestation des chaleurs persiste encore, quelque temps après l'accouplement, quoique réellement ces femelles aient été fécondées. Il peut, même arriver, mais plus rarement, que les chaleurs reviennent après avoir disparu pendant un certain temps. Les femelles, dans cet état, peuvent encore recevoir le mâle et quelquefois être fécondées de nouveau, ainsi qu'en témoignent les cas nombreux de superfétation recueillis dans les annales de la science. Au lieu d'une superfétation, ce peut être, notamment quand la gestation est un peu avancée, un avortement qui soit déterminé par un nouvel accouplement. Chez la vache les chaleurs pourront aussi persister ou se renouveler après la fécondation, mais dans l'espèce bovine le mâle refuse toujours de couvrir une seconde fois la femelle qui se trouve dans cet état. En définitive, nous pouvons dire que la cessation des chaleurs indique, d'une manière générale, que la femelle est pleine, et que leur persistance ou leur réapparition ne prouve pas, d'une manière absolue, que la copulation a été infructueuse, même lorsque les mâles couvrent de nouveau les femelles. Si le rut se reproduit souvent il est évident que, non-seulement la femelle n'est pas pleine, mais encore qu'elle sera difficile à féconder, et que, par conséquent, elle est peu apte à la reproduction.

La palpation rectale

La palpation de l'utérus à travers la paroi du rectum a pour objectif de détecter les modifications liées à la gestation, notamment la dissymétrie des cornes utérines. Ce diagnostic peut être réalisé à partir de 45-50 jours, parfois plus tôt selon l'opérateur. Avec un technicien entraîné, la technique donne un résultat immédiat avec une fiabilité proche de 100 %. Par contre, une palpation trop précoce et trop « vigoureuse » peut être traumatisante et provoquer l'avortement. La palpation est souvent effectuée par l'inséminateur lorsqu'il est présent sur l'exploitation et dans ce cas, son coût est très limité. L'exploration rectale est un bon moyen pour s'assurer de la plénitude ou de la vacuité de la matrice. On la pratique de la manière suivante : on commence par vider le rectum des excréments qu'il peut contenir ; on introduit la main, puis le bras, préalablement huilés, dans cet intestin ; puis en déprimant doucement sa paroi inférieure, on porte la main à plat dans les diverses régions circonvoisines. Nos grandes femelles se prêtent sans beaucoup de difficultés à cette manœuvre ; il suffit, en général, de fixer la vache en lui saisissant les naseaux d'une main et une corne de l'autre. Si pourtant elle était méchante ou très irritable on pourrait lui entraver les membres postérieurs ; mais dans tous les cas l'opération doit se faire sur l'animal debout. Quand la bête a le ventre gros et avalé, il est bon de la placer sur un terrain un peu incliné d'avant en arrière et de faire soulever la paroi inférieure de l'abdomen par un drap plié en quatre. On rapproche ainsi de la main de l'opérateur les parties qu'il doit explorer. La confirmation manuelle de la gestation est basée sur la mise en évidence d'un ou de plusieurs éléments caractéristiques d'un utérus gravide à savoir la fluctuation des liquides de gestation, la palpation des membranes fœtales, la palpation de l'embryon et du fœtus, la palpation des cotylédons et de l'artère utérine. Il importe donc de bien connaître les principales modifications anatomiques générales et topographiques de l'utérus gestant mais également la symptomatologie des principales pathologies liées à la gestation (hydropisie des membranes fœtales, torsion utérine, momification, macération, avortement ...). Le degré d'exactitude des diagnostics posés par palpation manuelle est étroitement lié à la qualité de l'apprentissage et au maintien d'une pratique quotidienne. D'autres facteurs peuvent induire le diagnostic de faux positifs (palpation de la vessie, du rumen, du rein, d'un pyomètre, d'un fœtus momifié ou macéré). L'utérus gestant et son contenu présente diverses caractéristiques à la palpation offrant la possibilité de déterminer plus ou moins précisément le stade de la gestation. Ces caractéristiques présentent néanmoins d'importantes variations raciales ou individuelles inhérentes à la conformation des animaux, à la présence d'un ou de plusieurs fœtus ou à celle de pathologies intercurrentes. Le cas échéant, l'examen de l'avorton offrira des précisions supplémentaires.

Les limites de la palpation manuelle sont liées au délai nécessaire pour identifier les premières modifications anatomiques de l'utérus gestant. Avant le 35^{ème} jour de gestation, il est pratiquement exclu de poser un diagnostic avec une exactitude qui soit significativement différente de celle due au hasard. De même, le praticien doit être conscient du risque iatrogène lié à l'examen, risque plus ou moins important en fonction des critères pris en considération (identification de la fluctuation et/ou du glissement des membranes fœtales). Ainsi, entre le 35^{ème} et le 50^{ème} jour de gestation le risque d'interruption de la gestation n'est pas négligeable (4 à 10 %). Aussi la période comprise entre le 50^{ème} et le 70^{ème} jour de gestation apparaît-elle la plus favorable parce qu'elle réduit les risques de mortalité embryonnaire et permet de confirmer les diagnostics plus précoces effectués.

- 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.
- 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 fœtus a la taille d'un rat et sa tête celle d'une balle de ping-pong.
- Au 120^{ème} jour, l'utérus a la taille d'un gros ballon de football. Le fœtus 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 frémissement de l'artère utérine est aisément identifié.
- 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 fœtus n'est habituellement plus palpable.
- Vers le 210^{ème} jour de gestation, l'utérus entame sa remontée et le fœtus devient de plus en plus aisément palpable.

Les méthodes hormonales

L'identification d'un état de gestation est intimement liée à la physiologie de l'embryon et du placenta. L'embryon arrive 5 jours après la fécondation dans l'utérus. Au 7^{ème} jour, la morula se creuse d'une cavité le blastocœle qui s'entoure d'une couche cellulaire possédant deux types de cellules. La couche périphérique donnera naissance au trophoblaste tandis qu'à un pôle du blastocyste va se différencier le disque embryonnaire qui donnera le fœtus.

Vers le 10^{ème} jour de la gestation, le blastocyste rompt par éclosion la membrane pellucide qui jusque là l'entourait. Cette étape est une des plus importantes du développement embryonnaire et du maintien de la gestation: elle a pour effet d'établir des relations directes d'ordre physique et physiologique entre l'embryon et sa mère. Elle doit chez la vache impérativement survenir avant le 15^{ème} jour du cycle. C'est en effet à ce stade qu'en cas de non-fécondation, l'endomètre libère une prostaglandine responsable de la lyse du corps jaune, d'une chute de la progestéronémie et du retour en chaleurs de l'animal. En cas de fécondation par contre, le trophoblaste synthétise entre le 15^{ème} et le 26^{ème} jour de gestation une substance à effet anti-lutéolytique.

Une fois l'embryon éclos, le trophoblaste va par élongation envahir toute la corne ipsilatérale au corps jaune. Ce processus comprend les phases d'apposition (J17 à J21), d'adhésion (J18 à J23) et d'attachement (J19 à J30) du trophoblaste à l'endomètre. C'est au cours de cette période (J18-J19) que les cellules binucléées d'origine trophoblastique migrent dans l'épithélium utérin. Cette migration a pour objet d'immobiliser les deux épithéliums embryonnaires et maternels pour permettre le développement de microvillosités et la formation des cotylédons et caroncules (placentomes) à partir du 30^{ème} jour de gestation.

Le rôle endocrinien du placenta est un des plus importants et des plus précoces. Le placenta peut être considéré comme une volumineuse glande endocrine source de stéroïdes et de protéines diverses, présentes pendant toute ou une partie de la gestation et possédant une activité hormonale ou autres encore mal définies.

Ainsi ont été identifiées des hormones stéroïdiennes (progestérone, œstrogènes), des prostaglandines, des gonadotrophines (bCG: bovine chorionic gonadotrophin), des hormones placentaires lactogènes ou somatomammotrophines chorioniques (bPL: bovine placental lactogen), des signaux embryonnaires précoces (EPF: Early Pregnancy Factor, trophoblastine), des protéines spécifiques de la gestation (PSPB: Pregnancy Specific Protein de type B ou PAG: Pregnancy

Associated Glycoprotein). Bien que nombreuses, peu d'entre elles cependant ont connus une application pratique.

La progestérone

La concentration en progestérone varie en fonction du stade physiologique de la femelle. Très faible durant les cinq jours qui entourent les chaleurs, elle augmente ensuite et reste élevée durant la gestation. Une prise de sang (ou de lait) réalisée entre 21 et 23 jours après insémination permet donc de détecter des vaches non gestantes, caractérisées par un taux de progestérone faible. Même si la méthode est parfois critiquée, c'est celle qui permet le constat le plus précoce. Mais en cas de mortalité embryonnaire tardive, au-delà de seize jours après l'insémination, le taux de progestérone reste élevé durant quelques jours alors que la vache n'est plus gestante. Environ sept vaches sur dix déclarées gestantes par cette méthode vèleront réellement. Son principal intérêt est plutôt la détection précoce de vaches non gestantes.

Deux types de dosage sont actuellement utilisés: le dosage radio-immunologique (RIA) et l'ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). Le premier nécessite l'utilisation de produits radioactifs ainsi qu'un personnel expérimenté et l'infrastructure d'un laboratoire. La mise au point de la seconde méthode a largement contribué à son utilisation en ferme ou au cabinet du vétérinaire. L'un et l'autre dosage peuvent être réalisés sur des prélèvements de lait (entier, écrémé ou crème) ou de sang. Le dosage radio-immunologique suppose néanmoins le respect de certaines conditions de prélèvement. La vache présente la particularité d'avoir une enzyme (5-alpha-réductase) qui dégrade rapidement la progestérone en un métabolite qui ne croise pas avec le RIA, très spécifique de la progestérone. Aussi, après 4 à 6 heures et à température ambiante, le taux de progestérone dans du sang prélevé sur tube sec est réduit de moitié. Cette dégradation est empêchée si on soustrait la progestérone à l'action des globules rouges. Le prélèvement peut donc être réalisé sur tube avec anticoagulant puis centrifugé dans les minutes suivantes. Cette méthode n'étant pas toujours possible en ferme, le prélèvement est réalisé dans des tubes secs renfermant un inhibiteur de la dégradation de la progestérone : l'azide de sodium.

Les dosages ELISA et RIA de la progestérone sont plus aptes à détecter les animaux gestants (sensibilité: 97%) que non-gestants (spécificité 75 %). Le degré d'exactitude des diagnostics de gestation et de non gestation sont respectivement égal à 85 et 95 %. Ils dépendent de la qualité des prélèvements, de l'importance de la mortalité embryonnaire tardive, de la régularité des cycles mais aussi de la concentration minimale (cutoff value) prise en considération pour déclarer l'animal gestant. Il est également important de considérer d'autres facteurs plus spécifiquement liées à la nature et aux conditions de prélèvement et de sa conservation. La progestérone étant soluble dans les graisses, sa concentration est habituellement plus élevée dans le lait entier que dans le lait écrémé. Au moment de l'œstrus, sa concentration dans la matière grasse du lait est de 10 ng environ ce qui correspond à une concentration dans le lait entier de 0.3 ng. De même, sa concentration sera plus élevée dans un prélèvement de lait effectué le matin que le soir compte tenu de l'augmentation de la concentration en graisses. Elle est également plus élevée dans le lait prélevé en fin qu'en début de traite. Utilisant un RIA (limite du dosage 0.02 ng/ml) et considérant un seuil minimal de 1 ng pour déclarer l'animal gestant, des études ont rapporté une spécificité comprise entre 58 et 67 %, une sensibilité de 90 % et des valeurs prédictives positives et négatives comprises respectivement entre 66 et 77 % et entre 90 et 97 %.

Etant donné la rapidité d'obtention du résultat, le dosage de la progestérone par ELISA a largement dépassé sa simple application au diagnostic de gestation. Il constitue en effet un moyen rapide de confirmer l'état œstral de l'animal par un prélèvement effectué le jour des chaleurs. Sur un prélèvement effectué au 19ème jour du cycle, il permet de prédire le retour en chaleurs de l'animal et ainsi de mettre à profit cette phase œstrale pour une nouvelle insémination. Effectué à trois reprises à une semaine d'intervalle, il permet de déterminer la date du premier retour en chaleurs de

l'animal après le vêlage et ainsi d'optimiser le moment de la première insémination. Il permet également d'optimiser l'utilisation des prostaglandines dans le cadre par exemple d'un programme de synchronisation de chaleurs.

Les protéines associées à la gestation

PSPB (Pregnancy specific protein B)

Autre possibilité pour diagnostiquer une gestation à partir d'une prise de sang, le dosage de la PSPB (Pregnancy specific protein B). La PSPB est une protéine embryonnaire, donc spécifique de la gestation. Cette technique est très fiable. Sur 100 femelles déclarées gestantes, plus de 90 vont vêler. Et sur 100 vaches déclarées non gestantes, 99 le sont effectivement. Par contre, le diagnostic ne doit pas être fait trop tôt : la PSPB subsiste après le vêlage et il faut attendre 100 jours après mise-bas pour avoir un résultat fiable. Pour les génisses, la prise de sang peut être réalisée plus de 30 jours après insémination. Le dosage de la PSPB est notamment intéressant en élevage allaitant. Il permet, par exemple, de savoir rapidement quelles vaches sont gestantes 30 jours après la sortie du taureau ou après une synchronisation des chaleurs. La technique peut aussi permettre à l'éleveur de "faire le point" à un moment donné, comme avant d'envoyer un lot de génisses supposées pleines en pâture. Enfin, elle peut être utilisée pour confirmer les résultats d'une palpation "douteuse".

La Zygotine

Identifiée chez la brebis, la truie et la vache, la zygotine ou EPAF (Embryo Platelet Activating Factor) possède la propriété d'inhiber la formation de rosettes par des hématies mises en présence de lymphocytes. Elle possède des propriétés chimiques, biochimiques et physiologiques comparables à celles du PAF (Platelet Activating Factor: 1-O-alkyl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphocholine), facteur produit notamment par les neutrophiles, le foie et les muscles lisses. La zygotine ne serait cependant pas homologue au PAF. Son couplage à une molécule de transport la protégerait d'une dégradation enzymatique. Son rôle exact reste à démontrer. Molécule de faible poids moléculaire, elle induit la production par l'oviducte et l'ovaire porteur du corps jaune d'un facteur précoce de la gestation appelé EPF (Early Pregnancy factor). Elle ne serait pas impliquée directement dans la synthèse de progestérone par le corps jaune ou de prostaglandines par l'endomètre.

Les œstrogènes

Le placenta est une source importante d'œstrogènes. Chez les ruminants leur synthèse est faible (séquestration) au cours de la première moitié de la gestation. Ils sont détectables dès le trentième jour de gestation dans le liquide amniotique et le 50ème jour dans le liquide allantoïdien. Le dosage du sulfate d'œstrone dans le lait est possible à partir du 110ème jour de gestation. Cette contrainte en limite nettement l'utilisation pratique.

L'échographie

Dernière venue dans les méthodes de diagnostic de gestation, l'échographie. Son principe consiste à envoyer des ultrasons, absorbés et réfléchis de manière spécifique par les différents tissus. Les échos de ces ultrasons, reçus au niveau de la sonde rectale, sont transformés en signaux visuels observés au niveau de l'écran. Le principal avantage de l'échographie par rapport au palper rectal c'est qu'elle n'est pas traumatisante. Le diagnostic peut être réalisé tôt, à partir de 28 jours après l'insémination. La vésicule embryonnaire apparaît anéchogène, oblongue ou circulaire, dont le plus grand diamètre vertical est de 20 mm. Cette image est intra-utérine à contours nets. Au stade J28, si

l'examen est douteux, il est prudent de le répéter au bout d'une semaine. Il est parfois possible de diagnostiquer une résorption embryonnaire entre les 30^{ème} et 40^{ème} jours de gestation : la taille de la vésicule embryonnaire est inférieure à la moyenne décrite à ce stade. Au bout de quelques jours, plusieurs petites vésicules apparaissent, comme si la vésicule mère avait éclaté et finalement, elles disparaissent. A partir du 35^{ème} jour, l'examen est plus facile et on visualise l'embryon sous forme d'une petite tâche claire dans une poche liquidienne. Le diamètre de la cavité extra-embryonnaire est alors de 30 mm. La gémellité peut être diagnostiquée au stade J35. Au 50^{ème} jour, le diamètre de la vésicule embryonnaire est de 42 mm. L'échographie trouve également une application fondamentale chez les bovins dans le diagnostic de mort embryonnaire et le suivi des événements qui précèdent et suivent la mort embryonnaire. Cette détection est basée sur l'observation des battements cardiaques qui peuvent être détectés à partir du stade J20.

Des considérations dans lesquelles nous sommes entrés, à propos des signes de la gestation, il en résulte que, dans bien des cas, le diagnostic est difficile, malgré un examen attentif. Cependant les difficultés ne sont pas égales à toutes les périodes. Dans la première moitié de la durée de la grossesse, on ne peut presque jamais en affirmer l'existence. La cessation des chaleurs, les modifications dans le caractère et les aptitudes, peuvent bien établir de fortes présomptions, mais jamais une certitude complète. Ce n'est que dans la dernière moitié, alors que l'augmentation de volume du ventre, l'accroissement des mamelles ont été bien constatés, et qu'à l'aide des différents moyens d'exploration que nous avons passés en revue on a pour ainsi dire saisi le fœtus au sein de la matrice, qu'on peut affirmer que la femelle est pleine. Pour être à même de tirer un bon parti de tous les signes et moyens de diagnostic que nous venons de faire connaître, il est indispensable de joindre l'expérience à leur étude Théorique.

H/ LE VÊLAGE

La gestation ne peut se maintenir chez la vache que sous l'action de la progestérone. Celle-ci est synthétisée pendant le 100 premiers jours de gestation par le corps jaune ; ensuite, le placenta en sécrète lui aussi des quantités importantes. Vers le 250^e jour de gestation, la production placentaire commence à diminuer.

Lorsque le fœtus arrive à maturité, son système nerveux central sécrète de grandes quantités d'ACTH qui induisent la production de cortisol par la surrénale du fœtus. Ce cortisol provoque la modification des synthèses hormonales du placenta : la concentration en progestérone chute, les concentrations en œstradiol et en prostaglandines F2 α augmentent. Les prostaglandines provoquent des contractions du myomètre ; l'œstradiol est responsable de l'œdème vulvaire, du relâchement ligamentaire permettant l'ouverture de la filière pelvienne ; il permet aussi l'apparition des récepteurs à l'ocytocine. Sous l'effet des contractions myométriales (douloureuses, responsables des coliques), le fœtus s'engage dans la filière pelvienne. La stimulation mécanique des tissus, transmise au système nerveux central, provoque la libération d'ocytocine par l'hypophyse. Les récepteurs à cette hormone étant à ce stade présents sur le myomètre, l'ocytocine va renforcer les contractions utérines. Des contractions des muscles abdominaux viennent compléter les contractions utérines.

De 7 à 10 jours avant le vêlage, la vulve augmente de taille, devient de plus en plus mobile, souple et œdémateuse. La mamelle augmente de volume, une sécrétion est présente. Les ligaments sacrosciatiques se relâchent : ils deviennent souples à la palpation et se creusent. L'apparition de ces modifications, en général plus précoces et plus marquées chez les vaches que chez les génisses, et leur progression en fin de gestation sont très variables d'un animal à l'autre : l'observation des signes de préparation ne permet donc pas de prévoir le moment du vêlage.

Pour apprécier l'imminence du vêlage (de deux à six heures avant), l'éleveur dispose :

- de l'observation des mimiques dues aux douleurs engendrées par les contractions utérines, couchers et relevers, torsion de l'abdomen et soulèvements de la queue. Ils annoncent l'expulsion du fœtus dans un délai maximum de six heures.
- Du contrôle de l'ouverture du col utérin par exploration vaginale. L'imminence à environ 4 heures est évaluée par un diamètre d'ouverture supérieur à 8 cm (taille de poignet) ; cette exploration systématique est cependant déconseillée car elle augmente les risques de contamination de l'utérus et, ultérieurement, le risque de rétention placentaire et de métrite.
- De la constatation de l'expulsion de la première poche des eaux fœtales (allantoïde), qui signe l'expulsion du veau dans les deux heures qui suivent.

Étapes du vêlage	Durées moyennes (heures)
Coliques d'une minute, à intervalles de 6 à 7 min	1,5
Piétinements avec alternances de couchers et de relevers (coliques presque continues)	1,5
Extériorisation de l'allantoïde Efforts expulsifs Présentation du veau Rupture de l'amnios Expulsion du veau	1,5

Si le veau n'apparaît pas dans les délais indiqués à partir de l'une de ces trois manifestations de la préparation, le vétérinaire doit être alerté.

La surveillance des vaches prêtes au vêlage peut être directe dans la journée par des passages répétés dans le troupeau (toutes les deux heures). La nuit, la surveillance est plus contraignante. Une vache présentant les signes externes du pré-partum, mais dont la température rectale est supérieure ou égale à 38,9°C, ne vèlera probablement pas dans les 12 heures. Une température inférieure à 38,5°C indique avec 98% de certitude un vêlage dans les 24 heures. Cependant, certaines vaches mettent bas sans qu'aucune baisse significative de la température ne soit enregistrée et l'amplitude de la chute avant le vêlage peut être influencée par la température extérieure.

Les difficultés de vêlage sont désignées par le terme « dystocies ». On peut en distinguer trois sortes :

- celles pour lesquelles les troubles viennent d'un segment de l'appareil génital de la vache ;
- celles liées à une taille trop importante du fœtus par rapport au bassin de la vache (disproportion fœto-pelvienne) ;
- celles liées à une mauvaise position du fœtus.

Si des signes de dystocie sont manifestes, il faut prendre toutes les précautions d'hygiène nécessaires : se laver les mains et les bras avec soin, nettoyer la région périnéale au savon, laver et sécher la région vulvaire et arrêter toute intervention si la vache défèque, se lubrifier les bras avec un gel prévu à cet effet. Ces mesures étant prises, l'accoucheur peut maîtriser la technique du vêlage :

- savoir détecter tôt l'existence d'une dystocie. Pour cela, il faut pratiquer des explorations de l'appareil génital lors d'un retard d'expulsion du fœtus ;
- savoir apprécier si le rapport fœto-pelvien permet ou non l'engagement du fœtus dans le bassin de la vache. Pour ce faire, on extériorise le premier antérieur jusqu'au niveau du genou, de façon à ce que le coude s'engage dans le bassin ; puis on effectue une traction sur le second membre. Si ce dernier s'engage dans le bassin en même temps que la tête sans que le premier ne revienne en arrière, le passage est suffisant pour réaliser l'extraction à l'aide d'une vèleuse. Dans le cas contraire, il faut envisager la césarienne.
- Lors d'extraction forcée, il faut savoir éviter « l'accrochement des rotules » du veau sur le bord antérieur du bassin osseux de la vache : pour cela, les tractions doivent être exercées d'abord selon un axe perpendiculaire au plan des fesses de la vache, celles-ci servant de point d'appui à la vèleuse, jusqu'à la sortie du thorax. Ensuite, la vèleuse est « rabattue » à 45° sur l'axe des membres de la vache. Les tractions de la vèleuse doivent compléter les efforts expulsifs de la vache.

Après l'extraction du veau, il est important de réaliser un examen complet des voies génitales. Cette exploration permet d'une part de vérifier qu'il n'y a pas d'autre fœtus dans l'utérus, et, d'autre part, de rechercher d'éventuelles lésions de la paroi utérine, du col ou de la paroi vaginale. En cas de déchirure, une suture est le plus souvent souhaitable.

RETENTION PLACENTAIRE

L'expulsion des enveloppes fœtales, dernière étape du vêlage, a lieu normalement dans les 24 heures qui suivent la naissance du veau. La rétention placentaire (ou non-délivrance) est l'absence d'expulsion des enveloppes 24 heures après le vêlage. Les phénomènes qui provoquent la rétention sont mal connus. Les contractions utérines ne sont en général pas en cause. Il est probable que les causes réelles de rétention exercent leur influence plusieurs semaines avant le vêlage.

Symptômes

Très souvent, le placenta est en partie sorti et pend à la vulve. Il dégage une odeur caractéristique. Il arrive aussi qu'il reste entièrement dans l'utérus et le vagin sans être visible.

Lorsque le placenta n'est pas retrouvé, ce qui est fréquent en stabulation libre et en pâture, il est indispensable de faire pratiquer une exploration utérine pour s'assurer que la délivrance a bien eu lieu. Il n'y a aucun symptôme général tel que douleur ou baisse d'appétit. Si on laisse le placenta en place, celui-ci se putréfie et est expulsé vers 12-15 jours *post-partum*.

Le diagnostic repose seulement sur l'observation des vaches après le vêlage. Si une hyperthermie apparaît chez une vache atteinte de rétention placentaire, il faudra rechercher la présence d'une autre affection, en particulier une métrite puerpérale. La non-délivrance multiplie par 5 le risque de métrite. Elle est donc un facteur de risque majeur d'infertilité et d'infécondité. Elle favorise également l'apparition d'un prolapsus utérin.

Les facteurs favorisant de la rétention placentaire sont :

- un raccourcissement de la durée de gestation : induction du vêlage, vêlage prématuré, naissance de jumeaux ;
- veau mort-né ;
- toute intervention manuelle dans la cavité utérine, même s'il s'agit seulement de savoir si le veau se présente bien et ne nécessite pas d'extraction forcée ;
- une placentite consécutive à une maladie infectieuse abortive ;
- les déséquilibres alimentaires en fin de gestation : état corporel faible ou trop élevé ;
- une hypocalcémie (même subclinique), une carence en magnésium ou en vitamine A.

Traitement

Toute vache n'ayant pas délivré dans les 24 heures qui suivent le vêlage doit faire l'objet d'un examen par le vétérinaire. Après examen général, il peut entreprendre une délivrance manuelle. Mais celle-ci doit être pratiquée dans des bonnes conditions d'hygiène et en limitant les traumatismes des parois de l'appareil génital. La délivrance manuelle ne doit être poursuivie que si le désengrènement du placenta est facile ; elle ne doit pas durer plus de 20 minutes. Si la délivrance manuelle est difficile, le geste va par lui-même augmenter le risque de métrite.

Dans tous les cas, une antibiothérapie locale (sous forme d'oblets) devra être pratiquée. Une antibiothérapie par voie générale n'est utile qu'en cas d'hyperthermie. L'ocytocine et les prostaglandines F2 α sont inefficaces. Les vaches atteintes seront particulièrement suivies dans les 6 semaines qui suivent le vêlage, compte tenu du risque de complication. Les facteurs alimentaires susceptibles d'avoir favorisé les rétentions placentaires feront l'objet d'une correction chez les vaches non délivrées.

Prévention

La prévention médicamenteuse systématique (prostaglandines F2 α par exemple) n'a pas montré d'efficacité. La prévention est donc principalement alimentaire et obstétricale :

- obtenir un état corporel de 3,5 au vêlage ;
- fournir une ration de tarissement équilibrée ;
- permettre le vêlage dans de bonnes conditions d'hygiène ;
- limiter les interventions obstétricales et, si elles sont nécessaires, les réaliser avec douceur et dans des bonnes conditions d'hygiène ; il conviendra de faire de même pour la délivrance manuelle ;
- identifier les causes d'avortement et faire un plan de lutte quand c'est possible ;
- limiter les inductions médicamenteuses de la parturition.

I/ LES AVORTEMENTS

Les avortements sont des accidents peu fréquents dans les situations normales. Dans certains élevages, ils apparaissent cependant sous une forme épidémique (plusieurs cas en peu de temps) ou enzootique (de nombreux cas sur une période plus longue). Tout avortement dans un élevage au cours d'une campagne de vêlage doit être pris en compte par l'éleveur. Lorsque l'on observe deux avortements par mois ou trois avortements dans l'année dans des effectifs de moins de 100 vaches, ou lorsque plus de 4 % des vaches d'un effectif de plus de 100 animaux avortent dans l'année, on peut aussi être en présence d'un complexe pathologique très vaste (salmonellose, diarrhée virale bovine) où les avortements ne sont qu'une des expressions cliniques.

L'avortement est l'expulsion d'un veau mort ou vivant avant le terme.

Causes, symptômes, facteurs de risque

L'avortement est très souvent précédé de la mort du fœtus, qu'il soit atteint directement ou par l'intermédiaire d'une affection du placenta. L'expulsion du fœtus est le principal symptôme et est, dans la majorité des cas, la seule expression de cette maladie. D'autres signes peuvent exister, en particulier lorsque la maladie en cause affecte aussi d'autres organes que l'appareil reproducteur. De plus, pratiquement tous les avortements sont suivis de rétention placentaire et de métrite, parfois d'hyperthermie et de perte d'appétit.

Les avortements ont plusieurs origines possibles. D'un point de vue pratique, on peut distinguer 4 grands groupes de causes connues :

- Avortements d'origine traumatique consécutifs à une intervention sur les animaux, à des coups ou à des chutes, dans des bâtiments exigus, en cours de transport ou de manipulation du troupeau. Ces causes, fréquemment évoquées, sont en fait assez rares. Il faut se méfier de telles explications qui risquent de masquer un problème infectieux souvent beaucoup plus grave.
- Avortements provoqués par des traitements abusifs et par méconnaissance des prescriptions, avec des substances abortives : prostaglandine F2 α ou corticoïdes. Les avortements apparaissent uniquement sur les femelles qui ont subi l'intervention ; ils sont limités dans le temps. Les fœtus et les placentas sont normaux. La remise à la reproduction peut être très rapide et la fertilité ultérieure est normale.
- Avortements liés à l'alimentation : les déséquilibres ou les carences alimentaires entraînent rarement des avortements mais, plutôt, de la mortalité embryonnaire, voire de l'infertilité avec retours en chaleurs décalés, et de l'infertilité avec retours en chaleurs réguliers. Ces troubles sont souvent associés à de la mortinatalité. En revanche, la ration peut contenir des principes toxiques pour le placenta, pour le fœtus ou pour l'organisme en général, qu'il s'agisse de certaines plantes ou, plus souvent, de moisissures de développement dans les fourrages mal conservés : foin et ensilages qui chauffent. Les fortes teneurs en nitrates, observées dans le cas où les fumures sont mal transformées dans la plante par temps froid et humide, sont très toxiques et peuvent provoquer de nombreux avortements. Ceux-ci se produisent dans les 2 à 3 semaines qui suivent le début de l'utilisation de l'aliment en cause et cessent avec son retrait.
- Avortements provoqués par des agents infectieux : bien que les recherches de laboratoire ne mettent en évidence d'agent infectieux susceptible d'être responsable de l'avortement qu'une fois sur trois examens environ, il s'agit vraisemblablement de la cause d'avortement la plus fréquente. Il faut souligner que des agents infectieux non spécifiques de l'utérus ou du fœtus peuvent, par leur prolifération dans l'environnement, occasionner des avortements, en particulier *Actinomyces pyogenes* et *Escherichia coli*. Comme il s'agit d'agents vivant dans l'environnement proches des mères, leur implication lors d'isolement doit être associée à une grande rigueur dans la mise en place des prélèvements, leur nature et leur envoi au laboratoire. Mais, en fait, tous les agents infectieux, virus bactéries et parasites, peuvent être à l'origine d'avortements.

- Brucellose : les vaches sont les plus touchées par le type *Brucella abortus* et cette infection cause des avortements en fin de gestation et des infections utérines chez les vaches, tandis que les taureaux présentent souvent des inflammations des testicules. L'organisme peut être transmis dans le lait de la vache et par le contact avec les tissus infectés. Cette même bactérie peut aussi infecter les humains, les chevaux, les poulets et les moutons.

- Salmonellose : Les avortements sporadiques dus à la salmonellose apparaissent souvent au cours d'automne pluvieux, chez les génisses au pâturage, pendant leur 6^{ème}, 7^{ème}, et 8^{ème} mois de gestation. Il est souvent observé quelques jours avant l'avortement des diarrhées aiguës dues à des entérites, des hépatites qui se manifestent par un ictère (jaunisse) et de la fièvre. On constate parfois des vêlages de veaux mort-nés hébergeant des salmonelles. En Europe, les salmonelles les plus souvent isolées sont *Salmonella typhimurium* et *Salmonella montevideo*. Les sources d'infection possibles sont les pâturages ou l'eau contaminés par du purin, les eaux usées, les petits mammifères sauvages (campagnols, mulots) et les oiseaux.

- Aspergillose : si le rôle abortif des champignons est connu depuis très longtemps chez la vache, leur importance reste difficile à cerner : 10 % serait un chiffre raisonnable. L'avortement d'origine mycosique se manifeste en Europe principalement pendant la saison hivernale, chez les animaux en stabulation qui consomment des aliments plus ou moins bien conservés (ensilages et foin). La voie digestive reste la source principale de contamination. Les avortements, le plus souvent sporadiques, se manifestent deux à trois semaines après la distribution des aliments contaminés, du 3^{ème} au 8^{ème} mois de gestation. Outre l'avortement, l'interruption de la gestation se traduit aussi par un vêlage prématuré ou l'expulsion de mort-nés. De nombreuses espèces de champignons ont été isolées (y compris des levures) mais deux semblent dominer : *Aspergillus fumigatus* et *Mucor*. *Aspergillus* se développe sur le placenta et atteint le fœtus lui-même, une fois sur trois environ. L'avortement peut résulter seulement de la contamination du placenta, mais l'infection du fœtus par l'intermédiaire des enveloppes fœtales, du liquide amniotique, du tractus digestif et de l'arbre pulmonaire, l'entraîne à coup sûr. Le fœtus est parfois expulsé encore vivant. Le diagnostic de cette cause d'avortement s'appuie sur les circonstances de son apparition, l'existence d'un facteur de risque pour le troupeau, l'examen de la femelle qui a avorté et celui de l'avorton qui présente souventes lésions cutanées.

- Listériose : la Listériose provoque des avortements et de la mortinatalité, souvent dans le mois qui suit l'ouverture d'un silo d'ensilage mal conservé. L'avortement intervient en général entre le 4^{ème} et le 8^{ème} mois de gestation. Il est accompagné de fièvre, précédé ou suivi de diarrhée profuse. Peuvent s'ajouter une non délivrance, une métrite aiguë. On observe également des veaux naissant chétifs et non viables. La contamination se fait surtout par voie orale. Elle est assurée par les rongeurs, parasites réguliers des silos-couloirs, souvent porteurs chroniques et excréteurs de *Listeria* sp. par leur fèces. L'espèce isolée le plus fréquemment est *Listeria monocytogenes* (germe GRAM+).

- Trichomonose et campylobactériose : ces maladies vénériennes sont parfois responsables d'avortement. Il faut signaler aussi qu'un autre *Campylobacter* non vénérien, *C. fetus intestinalis*, peut être également à l'origine d'avortements au milieu et en fin de gestation. Il provient d'une contamination des fourrages par des fientes d'oiseaux. Tous les animaux étant nourris de la même façon, les avortements dus à cet agent se manifestent sur une brève période, pour disparaître aussi rapidement qu'ils sont survenus.

- Leptospirose : la Leptospirose est une maladie bactérienne contagieuse à l'homme et commune à plusieurs espèces animales domestiques et sauvages. Chez les bovins, elle serait responsable de 3 % des avortements. La maladie peut aussi se traduire par la naissance à terme de veaux malades, suivie de non délivrance, d'endométrite et de stérilité. En outre, elle provoque des ictères (surtout chez les veaux), des infections urinaires et des néphrites.

Le délai entre l'infection et l'avortement peut être long et le germe peut être absent du fœtus. Les bovins se contaminent par voie cutanée (au contact d'eau contaminée), aussi par voie orale. Les rongeurs (rats, ragondins) sont les principaux porteurs et vecteurs de leptospires, qui souillent et contaminent les eaux de boisson et les aliments (ensilages) par leurs urines. Chez les vaches laitières, la coloration rougeâtre du lait peut être un signe évocateur de la maladie.

- Diarrhée Virale Bovine (BVD) : la diarrhée à virus des bovins (ou maladie des muqueuses) est une maladie de la reproduction. L'effet pathogène du virus varie selon le moment de la gestation. Outre les symptômes généraux qui peuvent passer inaperçus sur les bovins adultes, l'infection de la femelle reproductrice peut se traduire par de l'infertilité, des retours en chaleurs, des avortements avec ou sans momification fœtale, de la mortinatalité ou encore par la naissance de veaux IPI (Infectés Permanents Immunotolérants) chétifs ou parfois normaux. Dans un lot de reproduction, outre les troubles de fécondité, l'infection se déclare souvent par la survenue de plusieurs avortements en quelques semaines ou en quelques mois.

- Fièvre Q : cette infection bactérienne serait responsable de 1 à 3 pour cent des avortements chez les bovins en France. La maladie est contagieuse à l'homme et aux autres mammifères, ceux-ci se contaminant par voie orale ou respiratoire, ou encore à partir de tiques infectées. L'agent infectieux (*Coxiella burnetii*) est très résistant dans le milieu extérieur, puisqu'il peut survivre pendant sept mois dans la poussière. Cela veut dire qu'un avortement pourra être une source de contamination durable dans un local. La Fièvre Q est responsable chez la vache d'avortements à tous les stades de gestation, mais elle provoque surtout des vêlages prématurés. D'une façon générale, cette maladie reste relativement bénigne dans l'espèce bovine. Toutefois, elle peut être responsable d'épidémies de métrite dans certains troupeaux.

- Chlamydie : *Chlamydia psittaci* en France produit quelques avortements sporadiques par troupeau au cours du dernier tiers de gestation. Les avortements peuvent être suivis de métrite mais la Chlamydie est parfois responsable d'épidémies de métrite sans avortement, de cycles irréguliers, de mammites, d'infections pulmonaires, etc. La Chlamydie est directement contagieuse d'animal à animal durant 70 à 90 jours après l'avortement. La contamination se fait par voie orale et conjonctivale mais surtout pulmonaire, à la suite de la pénétration d'aérosols infectés. La maladie est transmissible par les insectes ou par des aiguilles à l'occasion d'injections. L'avortement se manifeste 40 jours après la contamination. Il est admis que les animaux n'avortent qu'une fois, mais qu'ils peuvent être excréteurs les années suivantes, essentiellement autour du vêlage. L'excrétion à partir des voies génitales peut durer 2 à 3 mois après le vêlage.

- La toxoplasmose : la toxoplasmose est une anthroponose de répartition mondiale. Elle affecte l'homme et de nombreuses espèces animales domestiques et sauvages. Si une vache est contaminée pendant la gestation, l'infection peut se traduire par un avortement. Cependant, l'accident reste assez rare chez les bovins. Le chat est le réservoir de l'agent pathogène, *Toxoplasma gondii*. La dissémination se fait par les kystes infectants qui souillent l'eau et les aliments.

- La Néosporose : cette maladie est due à un parasite, *Neospora caninum*. Les femelles gestantes infectées par ce protozoaire vont avorter ou donner naissance à des nouveaux-nés qui pourront présenter des signes nerveux et des paralysies. Les avortements surviennent en général entre le 4^{ème} et le 7^{ème} mois. Les espèces les plus sensibles sont les chiens et les bovins, le chien est le seul hôte définitif actuellement identifié, c'est-à-dire qu'il est nécessaire au déroulement du cycle parasitaire qui permet la transmission horizontale entre bovins. Le chien peut se contaminer en consommant des délivrances ou des fœtus de vaches infestées, puis excréter des formes infectantes du parasite sur les aliments des bovins. L'autre voie de transmission entre bovins est la voie verticale de la mère à son veau

(infestation du veau dans 80 % des cas). Après contamination, l'infestation semble persister toute la vie de l'animal. Ainsi, une femelle infectée pourra transmettre *Neospora* à chaque génération et pas seulement lors de la primo-infection (« lignée de vaches avorteuses »). La Néosporose est considérée comme une cause majeure d'avortement, au regard des enquêtes sérologiques réalisées en France, 25 % des vaches avortées présentant une séropositivité.

Le diagnostic de avortements

L'agent infectieux est retrouvé dans les sécrétions vaginales, les houpes choriales ou le fœtus. Le prélèvement du contenu de la caillette du fœtus dans des conditions stériles est à privilégier, à la condition de réaliser les prélèvements sur un fœtus non souillé par les déjections. Le prélèvement optimum se fera sur un fœtus ou un placenta resté à l'intérieur de l'utérus et extrait par le vétérinaire. En son absence, l'éleveur réalisera l'extraction avec des gants et une cote jetable, après avoir pris soin de nettoyer la zone péri-vulvaire, acte à renouveler lors de l'émission de déjections. Il est important, si l'on recueille l'avorton avant ou après son expulsion, de le placer dans un sac plastique propre, non percé, de le mettre dans un endroit frais et de prévenir immédiatement le vétérinaire.

Pour répondre intelligemment, le laboratoire a besoin de l'avorton et de sang provenant non seulement de sa mère, mais aussi des autres femelles de l'élevage. Les prélèvements se font sur des animaux contemporains de l'animal avorteur en choisissant 10 % d'animaux (minimum 6, primipares et multipares). On sélectionne des vaches ayant avorté depuis deux mois, et des vaches présentant ou ayant présenté des métrites. Le diagnostic étiologique des avortements est plus souvent un diagnostic de groupe qu'un diagnostic individuel.

Traitement

La femelle qui avorte délivre rarement (à l'exception de la néosporose). Il est impératif de bien la surveiller. Lorsqu'il y a infection de l'utérus, un traitement par la prostaglandine F2 α mis en place 14 jours après l'avortement favorise la vidange de l'utérus et le retour de la cyclicité. Il est complété par une antibiothérapie adaptée. Dans le cas de maladies très contagieuses comme la fièvre Q ou les salmonelloses, le traitement a pour objet de soigner rapidement la vache qui a avorté afin d'éviter que les autres femelles gestantes du troupeau soient atteintes et avortent à leur tour. L'isolement de l'animal malade et les mesures d'hygiène mises en place sont cependant plus efficaces.

Il faut instaurer une thérapeutique à base d'antibiotiques au moment de l'avortement, puis vers le 28^{ème} jour, au moment du contrôle de l'involution utérine et, enfin, le jour des premières chaleurs observées.

Si l'avortement est dû à des moisissures, il faut immédiatement supprimer la source identifiée.

Si l'avortement semble dû à des leptospires, on peut envisager une antibiothérapie systématique (oxytétracycline) de toutes les gestantes jeunes (1^{ère} et 2^{ème} gestations) en septembre (en France), afin de stopper l'évolution de l'infection chez celles qui n'ont pas encore avorté, mais qui sont directement menacées (métaphylaxie).

Dispositif général de lutte

La prévention des avortements passe par la lutte contre les causes infectieuses spécifiques pouvant les provoquer.

Si le premier cas d'avortement provient d'une contamination externe, la source de contagion la plus importante est constituée par le produit de la gestation expulsé : le fœtus, les eaux fœtales et les enveloppes contiennent parfois plusieurs milliards de particules infectieuses par millilitre ou par gramme. Il est donc impératif :

- de prendre des précautions en manipulant la vache ayant avorté et l'avorton : blouse lavable ou à usage unique, gants ;
- d'isoler la vache et de détruire efficacement le fœtus et ses enveloppes avant que les chiens ou les oiseaux n'en aient fait leur pitance.

La lutte contre la salmonellose et la fièvre Q nécessite le contrôle de l'utilisation des lisiers en évitant le débordement des cuves et en proscrivant l'épandage sur des prairies à pâturer immédiatement (2 mois au moins sans animaux). Les avortements mycosiques imposent le retrait immédiat des fourrages moisissus, même s'ils sont destinés à la litière. Si la listériose apparaît, il faudra également trouver tout de suite un remplaçant à l'ensilage. La prévention des leptospiroses repose sur le contrôle de l'eau d'abreuvement en pâture, sur la destruction des rongeurs sauvages dans les prairies et sur la métaphylaxie en cas de suspicion bien étayée.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier que tous les traitements sont une arme à double tranchant. S'ils parviennent à limiter ou arrêter les avortements, ils ne sont jamais suffisants pour éliminer l'infection responsable de l'accident. Les veaux pourront naître vivants, mais les eaux fœtales seront tout autant infectieuses que s'ils étaient morts. C'est la raison pour laquelle la prévention médicamenteuse des avortements doit être bien étudiée et, surtout, bien appliquée.

J/ LES MÉTRITES

Les métrites nécessitent d'être diagnostiquées précocement et soignées : les vaches atteintes de métrite sont mises à la reproduction plus tard que les vaches saines. Elles ont une moins bonne fertilité, elles sont fécondées avec un retard de plus de trois semaines et le pourcentage de vaches vides est augmenté. L'infertilité résulte principalement des modifications du milieu utérin, entraînant une destruction des gamètes ou la mortalité des embryons.

Symptômes

Juste après l'expulsion du veau, l'utérus entre dans une phase dite « d'involution utérine » qui aboutit à son retour à une conformation lui permettant d'assurer la gestation suivante. L'involution se traduit par l'élimination du contenu utérin, la réduction de la taille de l'utérus, la régénération complète de la muqueuse. Elle s'accompagne également d'un important développement bactérien : immédiatement après le vêlage, la cavité utérine est systématiquement contaminée par des germes d'origine environnementale. L'infection utérine est donc physiologique post-partum, mais les défenses immunitaires de la vache lui permettent de se débarrasser de cette infection, et l'utérus redevient stérile dans les 6 semaines qui suivent le vêlage. Fréquemment, la vache ne parvient pas à juguler le développement des bactéries, ce qui entraîne le développement d'une métrite. La métrite est donc due à l'inefficacité des défenses immunitaires de la vache, plus qu'au caractère pathogène de bactéries.

On distingue quatre types de métrites :

1. Les métrites puerpérales (métrites aiguës ou métrites cliniques) : elles apparaissent au cours des deux semaines qui suivent le vêlage (le plus souvent au cours de la première semaine). Elles sont caractérisées par des écoulements vulvaires, nauséabonds, marron-violet, avec ou sans pus, accompagnés de signes généraux (fièvre $> 39,5^{\circ}\text{C}$, perte d'appétit). Les écoulements ne sont visibles que chez 25% des animaux. Les conséquences peuvent être graves, voire mortelles. Elles touchent 2 (simple observation) à 10% (prise systématique de température post-partum) des vaches.
2. Les métrites chroniques (endométrites cliniques) : plus de trois semaines après le vêlage, un mélange de mucus et de pus est présent dans l'utérus et dans le vagin, sans signes généraux. Les écoulements vulvaires peuvent être observés tout au long du cycle ou seulement au moment des chaleurs. Ils ne sont parfois décelables que sur le pistolet d'insémination. La cyclicité est parfois altérée (phase lutéale prolongée, cycle court, kyste folliculaire). À la palpation le diamètre des cornes est augmenté et l'utérus manque de tonicité. L'examen du vagin et du col révèle une inflammation et la présence de pus. Ce type de métrite touche environ 15% des vaches.
3. Le pyomètre : il s'agit d'une forme particulière d'endométrite chronique, caractérisée par l'accumulation de pus, le plus souvent très liquide, en grand quantité dans l'utérus, sans écoulement à la vulve. Un corps jaune est présent et la vache ne revient pas en chaleurs. C'est une forme rare.
4. Les endométrites subcliniques : comme pour les mammites, il existe des formes de métrites qui ne s'accompagnent d'aucun symptôme ni lésion, à part un frottis de cellules endométriales (utérines) anormales. Elles ne sont pas recherchées en pratique.

Causes, facteurs favorisants

Dans la majorité des cas, les métrites ne sont pas spécifiques. Les bactéries sont d'origine environnementale et de nombreux agents infectieux sont présents dans le liquide utérin. Les quatre bactéries pathogènes majeures, qui agissent en synergie sont *Arcanobacterium pyogenes*, *Escherichia coli*, *Fusobacterium necrophorum* et *Bacillus sp*. Exceptionnellement, des métrites

peuvent être provoquées par des germes spécifiques : *Coxiella burnetii* (agent de la Fièvre Q), *Chlamydomyphyla psittaci* (agent de la chlamydiose), ainsi que *Campylobacter sp.* et *Trichomonas foetus*, responsable d'infections vénériennes. Certaines métrites sont d'origine virale (*herpesvirus* BHV-4) ou mycosiques (*Aspergillus sp.* et autres).

La persistance et la multiplication des agents pathogènes dans l'utérus sont favorisées par des événements du vêlage ou du *post-partum*. L'introduction d'un bras dans l'utérus au moment du vêlage ou lors de la délivrance, surtout si la manipulation est traumatisante pour les parois utérines et vaginale et/ou si les précautions d'hygiène n'ont pas été respectées, augmente le risque de métrite. L'absence de cyclicité ovarienne (anœstrus vrai, kyste folliculaire) favorise également le développement des métrites.

Traitement

- Métrite puerpérale : cette maladie grave nécessite l'administration d'un antibiotique par voie générale (tétracycline ou céphalosporine), associée, selon l'état de l'animal, à des anti-inflammatoires non stéroïdiens, voire à une perfusion. La correction des troubles métaboliques associés (hypocalcémie, acétonémie) doit également être réalisée.

La guérison est parfois longue à intervenir et le risque mortel n'est pas exclu. Le pronostic est d'autant meilleur que l'affection est traitée tôt. Chez 30% des vaches, les écoulements vont disparaître spontanément : néanmoins, ces vaches ne sont pas guéries pour autant, des lésions utérines restant présentes. C'est pourquoi il faut traiter sans attendre.

- Endométrite chronique : en plus de la correction de la ration alimentaire, du niveau énergétique et des apports minéraux, deux traitements médicamenteux sont possibles, seuls ou en association.
 1. Antibiotiques par voie intra-utérine (par voie générale ils sont inefficaces). Administrés dans des bonnes conditions d'hygiène (nettoyage et désinfection tant de la région périnéale que de la vulve de la vache, puis des mains de l'intervenant) et sans traumatisme des voies génitales (nécessité de maîtriser le cathétérisme du col). Sinon, le traitement devient lui-même agent de métrite.
 2. Prostaglandine F2 α par voie générale. Elles agissent en induisant la lutéolyse : la vache revient alors en chaleurs, la motricité utérine et les défenses immunitaires sont stimulées par les œstrogènes, le col s'ouvre, ce qui contribue à la vidange utérine et à l'élimination des bactéries. Les prostaglandines seront à utiliser plutôt dans les vaches cyclées.

Plus ces traitements sont mis en œuvre précocement post-partum, plus la guérison est obtenue rapidement.

Dépistage

- Dépistage systématique des métrites aiguës : lorsque des formes graves apparaissent dans un troupeau ou si plus de 10% des vaches sont traitées pour cette affection, une surveillance systématique des vaches fraîchement vêlées peut être organisée. Lors du vêlage, les vaches sont séparées du reste du troupeau pendant les 15 premiers jours post-partum. À la même heure, le matin, la température rectale de ces vaches est relevée. Si la température dépasse 39,5°C, un traitement est mis en place. Cette prise de température est également un moment privilégié pour observer les vaches (écoulements vulvaires, appétit, attitude...).
- Dépistage systématique des métrites chroniques : toutes les vaches sont examinées entre 35 et 45 jours post-partum.

Prévention

- Equilibre alimentaire en fin de gestation et en début de lactation : pas de sous-alimentation énergétique ni d'embonpoint excessif, ni de carence en calcium.
- Hygiène du vêlage et des interventions obstétricales : le vêlage a lieu dans un local séparé, propre. Les interventions manuelles sont aussi limitées que possible et réalisées en douceur pour éviter les traumatismes. Elles ne sont réalisées qu'après nettoyage complet de la région périnéale et de la vulve (brossage au savon puis application d'un antiseptique, puis rinçage à l'eau tiède et séchage), en portant des vêtements propres et après brossage, savonnage et désinfection des mains et des bras.
- Traitement précoce des métrites aiguës pour limiter l'incidence des métrites chroniques (d'où l'intérêt du dépistage).
- Recherche des agents spécifiques de métrites en cas d'échec des traitements ou en cas d'avortement associés.

J/ ZONOSSES MAJEURES À COMBATTRE AVEC LE DÉVELOPPEMENT DE L'INSÉMINATION ARTIFICIELLE

LA TUBERCULOSE BOVINE

Définition

C'est une maladie infectieuse, contagieuse, commune à l'homme et à de nombreuses espèces animales, susceptible de toucher tous les tissus et organes, mais d'abord les poumons. Elle est due à un *Mycobacterium*.

Cliniquement il y a 2 formes :

- la tuberculose maladie dont la caractéristique essentielle est la chronicité ;
- la tuberculose infection sans symptôme clinique.

Importance

Economique :

La tuberculose bovine entraîne une réduction de la production laitière, de la valeur des carcasses, et de la reproduction.

La production laitière serait réduite de 30% ou plus, les pertes en veau étant beaucoup plus importantes en raison d'une mortalité élevée.

Hygiénique:

10 % de la tuberculose humaine est due à la tuberculose bovine. Cette maladie est en recrudescence avec l'apparition du SIDA

Symptômes

L'incubation peut durer de quelques mois à plusieurs années. Dans la majorité des cas les symptômes de la maladie passent longtemps inaperçus et *l'animal tuberculeux conserve toutes les apparences d'une santé parfaite.*

Même si en fin d'évolution, *la tuberculose entraîne une atteinte importante de l'état général dominée par l'amaigrissement des animaux*, les symptômes sont peu caractéristiques, et il est souvent nécessaire de recourir à des moyens expérimentaux pour pallier aux insuffisances du diagnostic clinique.

Atteinte de l'état général.

Chez les jeunes animaux, la croissance s'effectue irrégulièrement et tardivement. Ils ont un aspect chétif.

Les adultes gravement atteints sont habituellement maigres ; ils ont les côtes saillantes, le poil terne et piqué, la peau sèche, l'œil terne enfoncé dans l'orbite, le regard abattu et la tête en extension. Ils finissent par devenir cachectiques.

Les signes cliniques sont peu caractéristiques en dehors de quelques localisations particulières et il existe une grande variété de signes cliniques, tous les tissus et organes pouvant être intéressés.

Cas spécifique du bovin

- Localisation pulmonaire : elle est pratiquement constante et se manifeste par une toux sèche puis grasse et rauque, des quintes de plus en plus fréquentes. La respiration devient courte et pénible.
- localisation mammaire (forme ouverte) : elle est fréquente et très dangereuse pour les animaux et l'homme. L'aspect de la mamelle est normal ou légèrement hypertrophié, avec des nodules dans le parenchyme. Il y a un diagnostic différentiel à faire avec les autres mammites chroniques.
- Autres localisations : Intestinale, génitale, péritonéale, nerveuse, hépatique, osseuse, etc. Elles sont plus rares et les symptômes sont liés au dysfonctionnement des organes. Ce n'est visible qu'à l'abattoir.

Epidémiologie

Analytique :

Source d'agent pathogène : jetage, expectorations, excréments, urine, sperme, **lait**, œufs, peau.

Résistance à la dessiccation, putréfaction et sensibilité aux U.V., la chaleur, à l'alcool, à l'eau de Javel.

Réceptivité : les jeunes et les vieux sont plus sensibles (compte tenu du temps d'incubation, on rencontre la maladie beaucoup plus chez l'adulte).

Il y a des facteurs extrinsèques d'aggravation de l'évolution tels que les **mauvaises conditions d'hygiène et d'alimentation**.

Mode de transmission :

Verticale : on considère que ce n'est pas une maladie héréditaire mais la transmission verticale est possible dans un cas sur 10 000.

Horizontale :

Directe : **par tétée**, inhalation (promiscuité), voie vénérienne.

Indirecte : le plus fréquent et c'est dû à la résistance du bacille à l'extérieur.

Synthétique :

C'est une maladie de vie en commun, *donc des élevages intensifs*.

Les mauvaises conditions d'hygiène représentent un facteur prédisposant. L'incubation est longue, la maladie est peu contagieuse avec une propagation en tache d'huile. Il existe des interrelations entre la tuberculose bovine et humaine.

Diagnostic

clinique : très difficile

anatomo - pathologique : facile pour la forme pulmonaire

bactériologique :

- prélèvement (différent selon la forme)

- Coloration de Ziehl-Nielsen (bacilles acido-alcolo-résistants)

Sérologique : Fixation du complément, Hémagglutination passive, ...

Immunologique : c'est la mise en évidence de l'immunité cellulaire soit In vivo par l'intradermotuberculination (ce qui suit), soit par la détection de l'interféron gamma (non présenté ici).

I.D.1. = I.D. simple :

Lecture 24 à 72h après l'injection

I.D.2 :

On fait une 1^{ère} injection sensibilisatrice (à ho), puis une 2^e injection dite déchaînante 48h plus tard ; la lecture se fait par recherche de la réaction locale à 96h ou la mesure du pli cutané 72h après la 1^{ère} injection.

I.D.c (comparée)

Utilisation de 2 tuberculines en 2 points distants de 10-15 cm. La lecture du pli cutané se fait après 72h.

ProphylaxieSanitaire :

Le seul moyen permettant d'aboutir à l'éradication de la tuberculose animale est **le dépistage précoce de l'infection par tuberculination et élimination rapide des animaux reconnus infectés**, complété par la prévention contre tout risque d'infection des milieux et des populations indemnes.

Médicale :

En général pas de vaccin pour les animaux.

BCG chez les humains.

Les brucelloses animales

Définition

La brucellose est une maladie contagieuse, infectieuse, due à plusieurs espèces bactériennes du genre *Brucella*. Elle est commune à l'homme et à plusieurs espèces animales (bovins, ovins, caprins, Porcins, équins, carnivores, lièvres) et caractérisée par des troubles de la reproduction dont surtout les avortements. C'est une zoonose majeure.

Etiologie

Les deux bactéries les plus importantes sont :

B. melitensis (ovins, caprins), *B. abortus bovis* (bovins) ;

mais il y a également *B. abortus suis* (Porcins, lièvre). On a des interrelations entre les espèces.

Ces bactéries ont un tropisme particulier pour l'appareil génital et les articulations.

C'est au niveau du fœtus qu'on trouve abondamment les germes.

Le lait en contient aussi, mais pas beaucoup ; c'est le résultat de la contamination de la glande mammaire. **Le sperme** peut aussi être une matière virulente.

Symptômes

La durée d'incubation est variable : 1 à 3 mois.

C'est une maladie chronique le plus souvent avec quelques fois des épisodes aigus.

- La femelle :

* Le symptôme majeur **est l'avortement survenant tardivement** en général (5^e mois à la fin de la gestation) ; plus il se produit vers la fin de la gestation, plus on peut incriminer la brucellose. Si ça se renouvelle sur le même animal, l'avortement sera retardé (à force de casser les œufs, la femelle finit par porter).

* Il y a également **la rétention placentaire fréquente** puis les écoulements vulvaires durant plusieurs semaines.

* On a aussi de *l'endométrite* entraînant une infécondité temporaire.

- **Le mâle** on a une orchite chronique avec une libido qui peut être normale (c'est un réel danger).

- Autres symptômes : arthrites et hygromas chroniques.

Chez l'homme

Il y a plusieurs formes :

-inapparente : on porte le germe mais on ne fait pas la maladie (vétérinaires, bouchers) ;

-apparente cutanée : observable chez les accoucheurs. C'est une congestion au niveau de la peau.

-généralisée : fièvre chronique et ondulante, sueurs nocturnes, céphalées.

Forme généralisée localisée : au niveau des articulations on a des arthrites chroniques (au niveau des membres le plus souvent). On peut aussi avoir des orchites.

Ces formes généralisées se transmettent à l'homme par la *consommation du lait et des produits laitiers contaminés*.

Le traitement est de l'antibiothérapie à base de streptomycine.

Epidémiologie analytique

- sources d'agents pathogènes :

Les produits de l'avortement (eaux fœtales, avorton, placenta, lochies)

Le lait, l'urine, le sperme.

- mode de contamination :

Transmission verticale ou vénérienne.

Transmission horizontale par contact direct (voies digestive, respiratoire, génitale, cutanée) ou indirect (dans les locaux : litière, fumier).

Diagnostic

- clinique et anatomopathologique : suspicion en cas d'avortement.
- de laboratoire : Recherche des brucelles par bactérioscopie et mise en culture. Recherche des anticorps par sérologie ou ring test sur le lait.
- allergique.

Traitement

Il est long et coûteux, donc se fait uniquement chez l'homme. Les antibiotiques couramment utilisés sont la Terramycine et la Streptomycine.

Prophylaxie

Sanitaire :

Dépistage des infectés, élimination des animaux malades, désinfection lors des avortements.

Médicale :

Bovins : 2 TYPES vaccins

- Vaccin vivant : B 19 sur les génisses < 6 mois (dure 4 –5 ans)

- Vaccin tués : 45/20 , rappel annuel

Ovins – caprins

- REV 1 : animaux âgés de moins de 6 mois (chez les adultes il y a risque d'avortement).
- H38 : rappel annuel recommandé.

Légale :

Pour cette maladie il y a un antagonisme important entre prophylaxie sanitaire et prophylaxie médicale. A l'échelle d'un état on doit définir une méthode de prophylaxie précise et s'en tenir à ça pendant plusieurs années.

L/ LA GLANDE MAMMAIRE ET LE LAIT

Rappels d'anatomie de la mamelle

Spécificité des femelles des mammifères, la glande mammaire s'individualise dès le stade fœtal, mais son développement n'est véritablement marqué qu'après la puberté et ne devient complet qu'en fin de gestation.

La mamelle est une glande tubulo-alvéolaire (tubulo-acineuse) ramifiée d'origine ectodermique..

Chez la vache, la mamelle est composée de quatre glandes ou *quartiers* qui forment une masse volumineuse, située en région inguinale. La suspension de cet organe lourd s'effectue à l'aide de deux ligaments qui viennent de deux lamelles de tissu élastique de la tunique abdominale et qui s'intercalent entre les deux moitiés de la mamelle, formant un véritable sac fibro-élastique et isolant complètement chaque quartier.

Chaque quartier est prolongé dans sa partie inférieure par un élément cylindrique appelé trayon, tétine ou mamelon, au centre duquel se trouve un orifice, porte de sortie du lait produit par la glande.

La forme et l'implantation des mamelles et des trayons aussi varient quelque peu avec les races et les individus. Les quartiers postérieurs sont souvent plus développés que les antérieurs: certaines dispositions anatomiques disposent davantage les mamelles aux traumatismes. On peut aussi classer les trayons en différentes catégories suivant leur aspect.

L'unité fonctionnelle de la glande est constituée de l'acinus mammaire, qui élabore les granulations graisseuses et le liquide séreux composants du lait. Des acini de la glande, la collection du lait se fait par les canaux intralobulaires, qui se jettent les uns dans les autres, formant ainsi des conduits intra- et interlobulaires, puis intra et interlobaires, qui convergent vers des conduits plus importants, les canaux galactophores, au nombre de 5 à 20, qui se dirigent tous vers le sinus galactophore ou lactifère, qui est divisé en 2 parties: le sinus de la glande et le sinus du trayon.

Acini mammaires et canaux galactophores sont répartis dans du tissu conjonctif lâche et regroupés en lobules et en lobes mammaires.

La paroi de l'acinus mammaire est formée d'un épithélium glandulaire à cellules cubiques contenant de nombreuses inclusions et d'une seule assise de cellules myoépithéliales. C'est la contraction de ces cellules qui chasse le lait dans la lumière des acini et des canaux galactophores au cours de la lactopoïèse.

Les canaux galactophores sont formés d'un épithélium à cellules cubiques et d'une assise discontinue de cellules myoépithéliales.

La mamelle de la vache est une mamelle simple, à un seul conduit collecteur qui se termine au niveau du trayon. Elle est recouverte d'une peau très souple, tapissée de poils très fins, laineux et clairsemés, qui peut facilement être soulevée du tissu conjonctif sous-jacent, au contraire du

tégument du trayon qui est étroitement adhérent, bien que très fin. La peau finement ridée du trayon est dépourvue de poils et de glandes sudoripares, mais il existe de nombreuses glandes sébacées dont la sécrétion huileuse lubrifie la peau, la maintient souple et l'isole du lait ou de la salive restés à la surface après la mulsion ou la succion.. Elle est tendue si la glande est en pleine sécrétion, plissée si la glande est au repos. La peau du trayon est constitué de deux parties: l'épiderme externe (d'épithélium squameux stratifié) et le chorion (tissu réticulaire de connection plus lâche, avec des fibres lisses musculaires longitudinales). La peau du trayon est étroitement liée à une basale de tissu conjonctif, fine couche de collagène qui délimite la "*tunica propria*". On y trouve de nombreux plexus sanguins et des fibres musculaires longitudinales, circulaires et obliques ainsi que de nombreux faisceaux de fibres élastiques circulaires et longitudinales qui permettent à l'organe une alternance de dilatation et de rétraction physiologiques.. La peau qui recouvre le trayon fait suite à celle de la mamelle, dont elle a la même structure, mais souvent une coloration inverse. La couche cornée de l'épiderme est de très faible épaisseur, ce qui la rend d'une finesse extrême et l'expose aux gerçures et aux crevasses.

On constate parfois l'existence de trayons supplémentaires à la partie postérieure de la mamelle (*hyperthélie*). Ces trayons, en règle générale, restent imperforés et dépourvus de glande propre.

Le trayon se présente comme un cône tronqué de 8 à 12 cm de hauteur en moyenne, son diamètre varie de 2 à 3 cm. Soit coniques, soit cylindriques, les trayons antérieurs sont parfois plus allongés que les postérieurs. Il est des trayons de type effilé, longiligne; d'autres sont énormes, distendus, déformés chez les vieilles laitières, à cause de l'âge et du nombre des mulsions. D'autres sont courts, brévilignes et peu préhensibles pour la traite: c'est un défaut plus grave que le précédent, causé par la jeunesse et la primiparité.

À la base du trayon on trouve le sinus lactifère, prolongé par le sinus du trayon, encore appelé *citerne*, qui occupe toute la partie centrale du trayon et dont la paroi présente des plis érectiles plus au moins définis. Le sinus du trayon est mis en rapport avec le milieu extérieur par le canal du trayon ou *canal galactophore* ou *ductus papillaris* mesurant de 8 à 12 mm. Le canal du trayon présente une couche musculaire interne formée de fibres circulaires, qui est très dense à l'extrémité du trayon et forme ainsi le muscle du sphincter qui ferme le trayon. Ce muscle est plus développé chez la vache en lactation. La limite entre le canal et le sinus est marquée par des replis muqueux appelés *Rosette de Fürstemberg*:: à ce niveau existe un changement brusque de l'épithélium squameux stratifié du canal en un épithélium à deux couches cellulaires. Une petite traction, effectuée à la base du trayon suffit à faire disparaître les replis: l'épithélium qui les recouvre est remarquable par les nombreuses fibres élastiques qui rendent la portion inférieure du sinus galactophore dilatable lors du passage du lait. Au repos la lumière centrale du canal n'existe pas, n'étant représentée que par une fente étoilée. Les trayons possèdent parfois des vaisseaux sanguins faisant saillie sur la paroi du sinus: ceci est important en chirurgie, de par les hémorragies qui en résultent.

Vaisseaux et nerfs. Les deux quartiers d'un même côté reçoivent la presque totalité de leur sang de l'artère honteuse externe qui se divise en artères mammaires: craniale, dorsale, médiale. Le système

veineux est très développé. Les veines du trayon forment un plexus annulaire autour du canal du trayon. L'ensemble est drainé par quelques veines papillaires ascendantes qui aboutissent à la base du mamelon à un second plexus appelé *cercle veineux de la papille ou anneau veineux de Fürstemberg*. Les veines du parenchyme mammaire drainent le cercle veineux de la papille et le parenchyme mammaire pour aboutir aux collecteurs de la base de la mamelle, par l'intermédiaire de trois grosses veines de chaque côté: les veines craniales, caudales et moyennes.

Le système lymphatique est représenté par de fins canaux qui forment un plexus au niveau du trayon. La lymphe est drainée par deux gros noeuds lymphatiques situés sous la peau, à l'extrémité caudale de la mamelle. La richesse en vaisseaux lymphatiques au niveau du mamelon, qui s'abouchent avec ceux de la mamelle, explique la fréquence des complications mammaires lors de traumatismes du trayon.

La mamelle est innervée par le nerf génito-fémoral et le rameau mammaire du nerf honteux. Le nerf génito-fémoral innerve la presque totalité de la glande; il provient des rameaux ventraux des quatre premières paires lombaires. Le rameau du nerf honteux innerve le périnée et la face caudale de la mamelle. Il passe par l'arcade ischiatique et descend dans le périnée.

RAPPELS DE PHYSIOLOGIE

Avant la puberté, la glande mammaire subit une évolution très lente. À la puberté, dès que s'instaure l'activité cyclique de l'ovaire, la glande mammaire se développe plus nettement (caractère sexuel secondaire). Le développement de la mamelle est déterminé par l'action synergique des hormones sexuelles. Les oestrogènes entraînent le développement du système canaliculaire, alors que la progestérone influence la différenciation des formations glandulaires. Ce n'est que lors de la gestation que la mamelle atteint son complet développement.

On distingue trois stades:

- *la mammogénèse*: développement morphologique de la glande (en début de gestation);
- *la lactogénèse* ou montée laiteuse;
- *la lactopoièse*: sécrétion lactée (allaitement ou traite).

Les produits de sécrétion de la glande mammaire sont le lait et le *colostrum*. Ce dernier constitue une sécrétion particulière et transitoire des premiers jours de lactation. La composition chimique du colostrum diffère sensiblement de celle du lait: il est beaucoup plus riche en protéines, moins gras, ne contient pas de lactose et des concentrations minérales différentes de celle du lait.

L'intérêt du colostrum réside dans l'apport nutritif très particulier et dans l'apport d'immunoglobulines qu'il constitue. Riche en vitamines A et E, nécessaires au début du développement, il correspond bien aux capacités digestives du nouveau-né. Il contient un facteur laxatif induisant l'évacuation du méconium. Enfin, et surtout, il apporte des *immunoglobulines maternelles*. Rappelons que ce type de transfert d'immunoglobulines de la mère au nouveau-né est le seul possible chez les Ruminants, car les immunoglobulines maternelles ne franchissent pas le

placenta dans cette espèce. L'intestin du nouveau-né est perméable aux anticorps, homologues ou hétérologues pendant les 24 premières heures de son existence.

Contrôle neuro-hormonale de la lactation. Tout au long de la gestation, la glande mammaire a atteint son complet développement sous l'action conjuguée des oestrogènes et de la progestérone d'origine ovarienne et placentaire.

La montée laiteuse n'apparaît qu'au moment où le placenta est expulsé: le facteur déterminant semble être, lors de l'expulsion des fœtus et des annexes fœtales, l'effondrement des concentrations sériques des stéroïdes sexuels. Les taux de progestérone et d'oestrogènes diminuent fortement. Il y a alors levée de l'inhibition oestro-progestéronique sur l'hypothalamus et libérations des différents facteurs lactogéniques hypophysaires. La prolactine, qui n'est plus bloquée par la progestérone, est sécrétée et libérée par l'hypophyse: elle semble être le principal de ces facteurs lactogéniques: cependant elle n'est généralement qu'un des constituants du complexe hormonale lactogénique.

L'entretien de la lactation dépend, dans une large mesure, de la présence des récepteurs nerveux au niveau du trayon. L'excitation mécanique de ces récepteurs (tétée, traite) déclenche un réflexe à point de départ mamelonnaire, qui module l'activité régulatrice de l'hypothalamus sur la sécrétion hypophysaire des hormones du complexe lactogénique.

Le cycle sécrétoire de l'acinus mammaire comporte une phase d'élaboration et une phase d'excrétion du lait. L'excrétion est spontanée dans l'intervalle des tétées et provoquée pendant la tétée. Le produit élaboré s'accumule dans les canaux excréteurs et le sinus galactophore. Ce lait exerce une pression de sécrétion (20-30 mm de mercure): si cette pression persiste pendant plusieurs jours (arrêt de la récolte du lait) l'activité sécrétrice de la glande diminue.

L'excrétion lactée conditionne donc la lactopoïèse d'autant plus qu'il s'établit, à fur et à mesure de la lactation, un automatisme mammaire, la vidange des acini stimulant directement la sécrétion lactée par un mécanisme simple baroccepteur. Ainsi la lactopoïèse échappe peu ou prou au contrôle hypothalamique.

L'éjection du lait est déclenchée par un réflexe neuro-hormonal à point de départ mammaire (suction ou tétée) qui entraîne la libération d'ocytocine par le lobe postérieur de l'hypophyse. Sous l'action de cette hormone, les cellules myoépithéliales des acini et des éléments contractiles des conduits excréteurs se contractent, alors que le sphincter du trayon se relâche, ce qui entraîne l'excrétion du lait.

LES MAMMITES

Les mammites sont des pathologies courantes rencontrées dans les élevages qui peuvent occasionner des pertes économiques importantes. En effet, elles entraînent des pertes de production mais aussi des changements de composition et de qualité du lait, qui devient plus pauvre en calcium, phosphore, protéines et matières grasses, mais plus riche en sodium et chlore.

Chez la vache les infections mammaires se manifestent de deux façons :

- les mammites subcliniques ou inapparentes : aucun symptôme n'est visible. L'inflammation se traduit dans un afflux de cellules dans le lait du quartier affecté ;

- les mammites cliniques avec des symptômes visibles : inflammation de la mamelle et/ou modifications de l'aspect du lait. Dans les cas suraigus aussi l'état général de la vache est affecté.

Cinq espèces bactériennes sont responsables de 90% des infections, auxquelles la mamelle de la vache est confrontée : des bactéries venant de l'environnement, telle que *Escherichia coli* et *Streptococcus uberis* ou de la peau des trayons, telle que les streptocoques (*Streptococcus agalactiae* et *S. dysgalactiae*) et les staphylocoques (*S. aureus*).

Les mammites cliniques suraiguës s'accompagnent parfois d'une très forte réaction inflammatoire et de symptômes graves. Aux signes locaux (congestion, œdème, sécrétion du lait décomposée ou purulente, abcès, fistule, gangrène), sont associés des signes généraux plus au moins intenses (hyper ou hypothermie, troubles nerveux, station couchée, amaigrissement...). Ces mammites entraînent toujours d'importantes chutes de production. Parfois les lésions fonctionnelles conduisent à la réforme de l'animal. La gravité et l'évolution de l'infection dépendent du pouvoir pathogène du micro-organisme en cause et de l'efficacité des défenses immunitaires de la vache aussi bien que des conditions d'élevage (stress, température élevée, carences minérales ou vitaminiques).

On distingue plusieurs formes de mammites suraiguës :

Mammite gangreneuse : forme rare, elle est souvent due à des souches de staphylocoque doré productrices de l'hémolysine A, toxine qui provoque une vasoconstriction locale prolongée qui empêche l'irrigation sanguine de la partie distale du quartier infecté, entraînant la nécrose des tissus.

Mammite colibacillaire : les infections à *Escherichia coli* ont des degrés de sévérité variables : les espèces impliquées résistent à l'action du complément et leur évolution dépend principalement de l'efficacité de la réaction cellulaire : précocité, intensité, efficacité bactéricide. Si cette réaction est trop tardive ou insuffisante, les bactéries se multiplient activement dans le lait et leurs endotoxines provoquent dans l'animal un état de choc. La vache en position couchée est prostrée, peut présenter de la diarrhée, se déshydrate progressivement et sa calcémie diminue. On observe quelques fois des signes nerveux (pédalage paraplégie) : à ce stade la température rectale peut être inférieure à la normale. La sécrétion du quartier atteint et des autres quartiers est réduite. Elle diffère souvent du lait par sa couleur (jaune, brune) et sa consistance (décomposée en deux fractions. Dans les formes moins graves la vache reste debout et présente des signes moins alarmants. La forme suraiguë survient le jour ou le lendemain du vêlage et peut être confondue avec une hypocalcémie (fièvre de lait).

Une autre forme grave de mammite est due à *Arcanobacterium pyogenes*, bacille Gram + que l'on trouve dans l'environnement (sol, fumier), dans les suppurations (métrites, panaris) et sur la trompe de certaines mouches piqueuses. Dans cette forme on observe la formation d'abcès dans le quartier qui devient enflé et douloureux et la production d'un pus nauséabond. L'animal est généralement fébrile et abattu. Une détection rapide permettant une antibiothérapie précoce par voie générale entraîne l'amélioration rapide de l'état général de l'animal.

- Les mammites subcliniques sont elles invisibles et donc difficile à détecter, la vache paraît être en bonne santé (pis et lait normaux). Les seuls signes de l'infection sont des taux cellulaires importants témoignant de la lutte contre les pathogènes. On a alors un équilibre instable assaillants-défenseurs.

Mais il faut savoir qu'en général on considère une répartition de 1 mammite clinique pour 20 à 40 cas subcliniques. Le contrôle des mammites sub-cliniques est alors le plus important car

beaucoup de mammites cliniques démarrent de la sorte, les vaches infectées sont alors des réservoirs potentiels pour de nouvelles infections et leur traitement est le meilleur moyen d'éviter les mammites cliniques.

Les bactéries à réservoirs mammaires

Les staphylocoques dorés et les streptocoques ont leurs principaux réservoirs dans les quartiers infectés, sur les trayons de certaines vaches et dans les crevasses. Le transfert de ces bactéries sur les trayons non infectés d'une vache vers les trayons d'autres vaches se réalise à l'occasion de la traite. Les vecteurs peuvent être les mains du trayeur, une lavette unique utilisée sur plusieurs vaches, les manchons trayeurs, le lait en cas de contamination croisée d'un quartier à l'autre à l'occasion de la traite. Un transfert peut aussi se réaliser par des sondes ou embouts de seringue lors de traitements intramammaires. Ces espèces donnent le plus souvent des infections subcliniques persistantes.

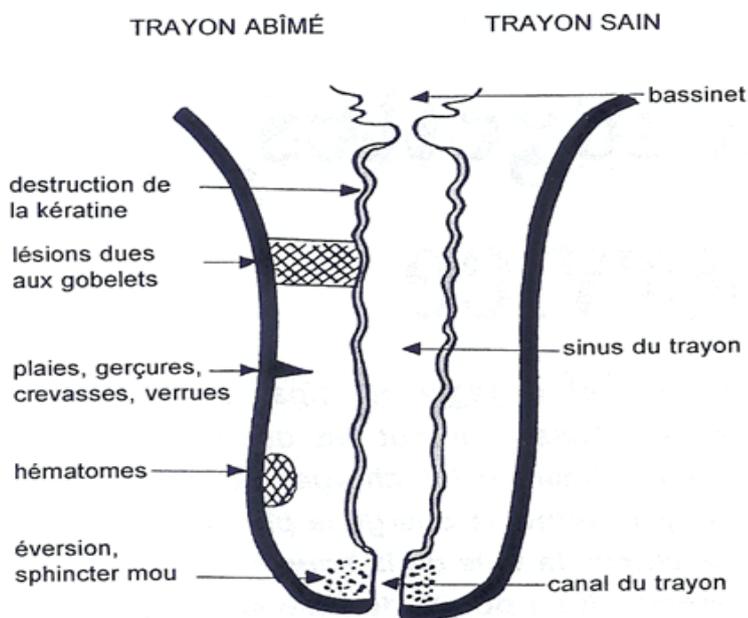
Les bactéries de l'environnement

Une espèce de streptocoque et les entérobactéries, parmi lesquelles *Escherichia coli*, sont apportées par les bouses dans les litières où elles ont la faculté de se multiplier activement si elles y trouvent des conditions favorables (humidité, température).

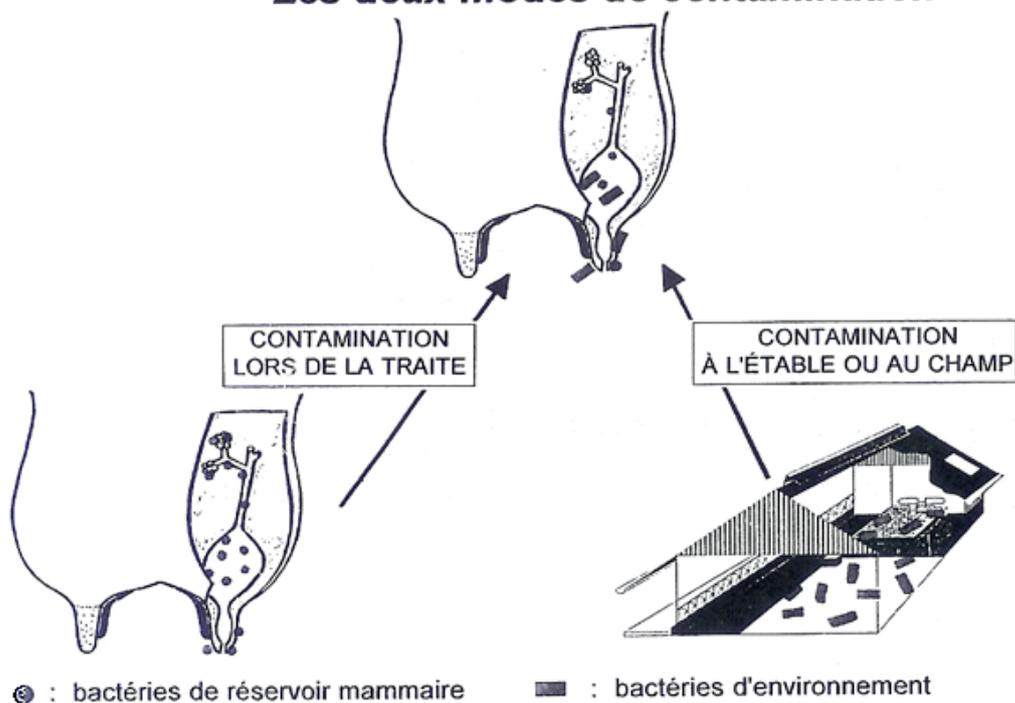
Qu'elles soient d'environnement ou à réservoir mammaire, ces bactéries pénètrent dans les quartiers à travers le canal du trayon. Outre les prédispositions génétiques (large diamètre du canal du trayon, trayon en dessous de la ligne du jarret), toutes les conditions d'élevage qui favorisent les lésions des trayons augmentent les risques de mammites : conditions de logement défectueuses, installation inadaptée de la machine à traire.

La porte d'entrée des micro-organismes pathogènes responsables de mammites sera, donc, le trayon, d'où l'intérêt de sa surveillance particulière. A ce niveau les bactéries vont déjà subir quelques agressions : d'une part par le renouvellement de la kératine des trayons favorisant leur extériorisation, d'autre part par les attaques de cellules immunitaires présentes dans le trayon.

Coupe d'un trayon



Les deux modes de contamination



Si les germes passent cette première barrière protectrice (le trayon), ils vont se développer dans la citerne de la mamelle (le lait est un excellent milieu de vie pour ces micro-organismes ; cependant puisqu'ils ne sont pas encore en phase d'attaque, nous qualifierons cette période de latence).

Les cellules du système immunitaire, provenant du sang circulant dans la mamelle et des nœuds lymphatiques locaux, interviennent à cause du grand nombre de pathogènes apparus après multiplication et à cause des toxines sécrétées par certains organismes tels que les colibacilles.

On va donc voir intervenir les immunoglobulines ou simples anticorps du sang. Celles-ci vont permettre par le biais de leur complément l'opsonisation des bactéries, c'est à dire le complexe anticorps –complément- bactéries va entraîner la lyse de ce pathogènes.

Successivement les cellules du système immunitaire vont intervenir : on va donc rencontrer des leucocytes (des globules blancs). Plus particulièrement les granulocytes neutrophiles vont phagocyter (avaler) les complexes formés préalablement et débarrasser le reste de la mamelle.

A partir de cette étape, les symptômes vont commencer à apparaître : le trayon va devenir un peu rouge, chaud et douloureux. A l'intérieur le lait va aussi changer de composition et de conformation :

► Les taux cellulaires du lait vont augmenter

► Le lait présentera aussi des « grumeaux » visibles sur un bol à fond noir dans les cas d'infection par streptocoques et staphylocoques



► lors de mammites colibacillaires on aura la présence de caille et un lait transparent.

Le degré d'infection sera aussi différent :

► Dans les cas les plus graves, la vache présentera de graves signes généraux à cause de la libération dans le sang des toxines bactériennes (mammites suraiguës)

► En cas de mammites aiguës, l'infection est moins grave et pourra diminuer spontanément dans les jours qui suivent.

► Une situation moins grave entraînera des mammites subaiguës, sans symptômes généraux et donc sans signes pour l'éleveur.

► Le dernier cas concerne les mammites chroniques présentant des infections régulières et visibles, ainsi qu'un taux cellulaire constant élevé.

Dispositif général de lutte

Pour maîtriser les mammites dans les meilleures conditions économiques, il faut éliminer les infections en place, mais aussi prévenir les nouvelles infections.

Les mesures de préventions sont basées sur l'hygiène et s'intègrent dans la technique d'élevage :

- hygiène des trayeurs (mains soigneusement lavée ou usage de gants jetables)
- propreté rigoureuse des seaux où le lait est mis
- lavage et essuyage des trayons avec des lavettes individuelles ou prétrempage et essuyage des trayons avec un produit réservé à cet usage
- détection précoce des infections par examen des premiers jets
- désinfections des trayons après la traite
- technique de traite non traumatisante
- entretien des aires de couchage des vaches
- traitement systématique au moment du tarissement pour limiter les nouvelles infections pendant la période sèche

Pour éliminer les infections il convient de :

- traiter les mammites cliniques
- attendre le tarissement pour traiter les mammites subcliniques
- reformer les vaches incurables (vaches présentant des mammites cliniques à répétition, vaches subcliniques, non guéries par le traitement hors lactation)

Le traitement des mammites cliniques en lactation

L'objectif est d'obtenir la disparition des symptômes et la guérison bactériologique (=élimination de l'infection. Un antibiotique actif doit être apporté au contact de la bactérie, à une concentration suffisante pendant un temps suffisant. Le staphylocoque doré, qui est fréquemment enkysté dans des micro-abcès ou en position intracellulaire (à l'intérieur de cellules phagocytaires), est très difficile à atteindre (taux de guérison bactériologique 50%). Les streptocoques, qui colonisent surtout les canaux galactophores, sont plus facilement atteints (taux de guérison 70-80%). Quant aux colibacilles, ils donnent une forte réaction inflammatoire, mais des guérisons spontanées plus fréquentes (taux de guérison 90%). Des éventuelles analyses bactériologiques antérieures permettent de suspecter une espèce dominante à traiter (analyse à niveau du troupeau) les spécialités à injecter dans le canal du trayon contiennent un antibiotique ou une association d'antibiotiques, actives sur les bactéries Gram+ responsables de la majorité des infections, mais un grand nombre sont actives également sur les Gram- (colibacilles) et permettent de guérir 70% des infections, étant l'antibiorésistance à ce niveau un phénomène marginal. Les antibiotiques les plus utilisés sont ceux de la famille des β -lactamines (pénicilline, céphalosporines). Les pénicillines A et G, les plus anciennes et les moins coûteuses sont aussi les plus efficaces sur les streptocoques et sur 50% des staphylocoques doré. Selon la gravité des cas, un traitement par voie général est indiqué (les macrolides diffusent très bien dans la glande mammaire, qui n'est pas fortement enflammée). Lors des formes toxigènes l'antibiothérapie a une importance relative : c'est plutôt important de maîtriser l'état de choc. Après une traite aussi complète que possible, et une désinfection soignée du trayon, l'infusion intramammaire est réalisée avec une spécialité réservée à cette voie d'administration. La guérison bactériologique peut disparaître avant que les signes locaux n'aient complètement régressés. Les symptômes cliniques devraient régresser dans les 48 heures (disparition totale dans 5-7j)

A l'issue du traitement, un délai d'attente doit être observé avant de livrer à nouveau le lait à la consommation. Ce délai concerne le lait des quatre quartiers, quel que soit le nombre de quartiers traités et le mode d'administration (voie locale ou générale)

Le traitement au tarissement

Objectif et principe :

- guérir les infections persistantes de la lactation précédente
- assurer une protection contre les nouvelles infections qui s'établissent au début de la période sèche.

Comme la vache n'est plus traitée, il est possible d'utiliser des produits rémanents qui maintiennent des concentrations élevées d'antibiotiques dans la mamelle pendant plusieurs semaines.

Stratégie

En principe, il serait recommandé de réaliser un traitement antibiotique systématique, de façon que toutes les vaches bénéficient d'une protection au début de la période sèche. Maintenant la pression des consommateurs oriente les professionnels (éleveurs et vétérinaires) vers d'autres alternatives, telles que le traitement sélectif. Là où le niveau d'infection est faible (CCT < 250.000 cell/ml ; California mastitis test négatif) et les risques de nouvelles infections apparaissent faibles on peut se limiter au traitement intramammaire des seules vaches infectées (=traitement sélectif +/- obturateur interne).

Certaines spécialités permettent le maintien de concentrations antibiotiques préventives pendant 6-8 semaines après une seule administration.

Médicaments utilisables

Les antibiotiques utilisés doivent être dirigés contre les staphylocoques et les streptocoques : l'excipient huileux employé dans la spécialité joue un rôle essentiel, permettant une persistance et la diffusion du médicament dans tout le quartier pour plusieurs semaines. Les échecs éventuels du traitement sont dus à l'impossibilité d'atteindre les micro-organismes, notamment les staphylocoques dans les micro-abcès du parenchyme mammaire.

Une semaine environ avant la date prévue du tarissement, la distribution de concentré est arrêtée. Après une dernière traite, aussi complète que possible, au cours de laquelle on vérifie l'absence de tout signe clinique, l'orifice du trayon est désinfecté et frotté énergiquement pendant une vingtaine de secondes. L'injection dans chaque quartier est ensuite faite avec une seringue à usage unique ; puis on fait un deuxième trempage du trayon. La vache est ensuite isolée de l'ambiance de traite pour faciliter l'arrêt de la sécrétion lactée.

Les résidus antibiotiques

Il faut rappeler que les antibiotiques passent dans le lait des vaches traitées. Une infime quantité du lait d'une vache traitée est suffisante pour compromettre le contenu de tout un camion de lait. Comme les antibiotiques ont pour rôle d'empêcher le développement des bactéries, leur présence nuit aussi au processus de fabrication des fromages et du yaourt. Il faut donc éliminer le lait des vaches traitées, en respectant le délai d'attente des différents produits médicamenteux.

LESIONS ULCEREUSES DU TRAYON

Les ulcères se définissent comme des pertes de substance de la peau ou des muqueuses ne présentant aucune tendance à la cicatrisation. Les ulcères apparaissent quand la résistance des tissus est affaiblie par défaut de nutrition ; elles se développent d'emblée, ou bien font suite à une plaie. Dans le premier cas, on observe la formation d'un nodule inflammatoire qui peut se recouvrir au centre d'une phlyctène bientôt rompue; ensuite il se ramollit et s'ouvre sur du pus ou se nécrose. Dans le second cas, la cicatrisation de la plaie s'interrompt, les bourgeons charnus cicatriciels disparaissent; la plaie reste stationnaire ou s'agrandit par nécrose. La plupart des ulcères sécrètent un pus séreux, grisâtre ou sanguinolent. Ils peuvent être entourés d'un faible oedème.

Au niveau du trayon, exposé à plusieurs facteurs traumatisants, différentes affections peuvent produire une altération du tégument susceptible de faire apparaître un ulcère, à cause d'affections locales ou générales. Localement, l'atteinte du trayon peut être isolée ou liée à un trouble de la mamelle et même de la région abdominale postérieure. Dans le cas d'une affection généralisée, il peut y avoir altération constante ou occasionnelle du trayon.

Les causes de ces affections sont variées: virus, bactéries, dermatophytes, agents mécaniques ou chimiques, oedème post-partum.

Affections non infectieuses:

Non limitées au trayon:

Urticaire, eczéma, photosensibilisation, brûlures

Limités au trayon:

fonctionnement anormale de la machine à traire, érosions, gerçures, crevasses

Diagnostic différentiel

Lorsque l'on observe une lésion du trayon, il est nécessaire d'examiner l'animal entièrement et de s'informer de l'état du troupeau. Le premier examen permet de préciser s'il s'agit d'un cas isolé ou d'une enzootie, si les lésions sont strictement limitées au trayon et si des symptômes généraux sont visibles. Dans le cas des maladies générales, les lésions du trayon ne sont qu'un élément de détermination clinique de faible importance, surtout au stade des ulcérations. Devant la gravité des symptômes généraux, la perte de lait est due beaucoup plus à l'affaiblissement de l'organisme et à l'arrêt de la production lactée qu'aux complications localisées au trayon. .

Traitement

Quelque soit l'origine de l'ulcère au niveau du trayon, le traitement local est identique. Le traitement local s'associe au traitement général spécifique, dans le cas d'une affection générale et il accompagne le traitement des mammites qui résultent fréquemment des altérations du trayon, ou à défaut, l'injection préventive d'antibiotiques par la voie intramammaire.

Le premier temps du traitement consiste à soustraire le trayon à la traite, à condition de protéger le quartier par des injections d'antibiotiques. Le quartier concerné est d'abord gonflé de façon marquée, mais non douloureux, pendant 3 à 4 jours, puis le gonflement diminue progressivement. Traitement local: désinfecter les lésions suintantes, suppurantes par pommade à l'oxide de Zn; solution de KMNO₄; solution boriquée crésylée à 2%; pommade associant antibiotiques et corticoïdes. Respecter les croûtes formées; réduire l'inflammation du canal du trayon par pommade associant antibiotiques et corticoïdes. Parage de la plaie: on enlève les tissus en voie de nécrose. Prévenir l'irritation des trayons et la surinfection de lésions éventuelles par l'hygiène de la traite: lavage des trayons, trempage des trayons, entretien de la machine à traire.

LES TRAUMATISMES MAMMAIRES

Les lésions traumatiques sont des affections locales circonscrites provoquées brusquement par des agents physiques, chimiques ou mécaniques et caractérisées par la séparation ou la destruction des éléments organiques.

Les accidents survenant à la mamelle sont favorisés par sa position tout près de terre. Les mamelles tombantes, volumineuses, aux trayons longs et pendants, sont particulièrement prédisposées. Les trayons, par suite de leur situation, de leur finesse et des nombreuses manipulations dont ils sont l'objet, sont la partie de la mamelle la plus exposée à perdre son intégrité. Les solutions de continuité d'origine traumatique ont une étiologie variée.

Les **contusions** produites lors du décubitus sont fréquentes: les blessures sont faites par les vaches elles-mêmes, qui marchent sur leurs trayons en se relevant. La structure de l'étable ou du terrain aussi ont une grande importance (habitat). Les accidents du trayon sont rencontrés moins souvent dans les stabulations libres.

De nombreuses vaches se blessent en voulant sauter une clôture artificielle (fil de fer barbelé). Certaines vaches étant nymphomanes ou en période de rut, la femelle qu'elles chevauchent se dérobe et peut se blesser contre une haie ou une clôture. Certaines blessures sont causées par des corps étrangers dans la litière, des piqûres des fourches, des déchirures par ronces, des piqûres d'épines, des coups de corne et des coups de pied, la morsure par un chien.

Certains traumatismes sont dus directement ou indirectement au veau et à sa succion: blessures causées par les dents du veau durant les tétées, par les distensions brusques des trayons sous l'effet des succions.

Il ne faut pas oublier les maladresses et la brusquerie de certains vachers lors des opérations de traite (crevasses, gerçures).

Enfin, il ne faut pas oublier le rôle de la machine à traire, dont le mauvais réglage peut faire apparaître différentes lésions au niveau de l'extrémité du trayon.

Les lésions sont plus ou moins graves suivant qu'elles n'intéressent qu'en partie l'épaisseur de l'organe ou qu'elles s'étendent jusqu'à la lumière du canal excréteur.

Selon leur **profondeur**, on distingue:

- les **contusions**, qui s'accompagnent d'ecchymoses ou parfois d'un petit hématome; leur guérison est spontanée.

- **Plaies légères et superficielles**: elles intéressent la peau et le conjonctif et ne causent qu'un léger délabrement; à la faveur de la malpropreté, de véritables crevasses sont possibles. L'épiderme est alors desquamé et le derme mis à nu, ce qui aboutit à une fente étroite, dans le sens de la circonférence du mamelon, suintante, pouvant aller jusqu'à la suppuration. La traite est impossible, le lait stagne et forme un milieu de culture pour les germes: l'inflammation de la glande est alors à redouter.

La gravité de ces plaies dépend de leur profondeur.

- Les **coupures**: consécutives à une pression exercée sur une ligne. Coupures superficielles, qui intéressent la peau et le tissu conjonctif. Coupures profondes, qui intéressent la peau, le conjonctif et la muqueuse.

- **Blessures profondes avec solutions de continuité**: elles établissent une communication entre le canal galactophore ou le sinus galactophore et l'extérieur: la fistule lactée en est la complication la plus fréquente, lors de la lactation. Durant la lactation cette plaie est rebelle à la cicatrisation: le lait s'écoule en permanence et la fistule peut servir de voie de pénétration à une infection capable aussi de provoquer une mammite aiguë parenchymateuse.

Le foyer traumatique comprend deux parties: le contenu du foyer et les parois.

Le contenu est composé de débris de tissus, caillots sanguins, sérosités, paille, matières fécales, souillures diverses.

Au niveau des plaies se produisent: douleur, hémorragie, écartement des bords de la plaie. Phénomènes primaires: inflammation (thélie, mammite) des tissus; phénomènes secondaires: cicatrisation par première intention (plaie récente, aseptique, affrontement des lèvres); cicatrisation par suppuration (réparation par bourgeonnement); cicatrisation sous la croûte.

Symptômes et diagnostic: en cas de **plaie contuse** il est souvent impossible d'obtenir du lait du canal du trayon. Au dessus de la lésion, la peau apparaît tendue et rouge. Il peut y avoir saignement par le canal du trayon et éraflure de la peau. À la palpation, on note une augmentation de la température locale et une douleur très importante. La paroi est épaissie et il est difficile de sonder par le canal du trayon.

La différence entre plaies superficielles et profondes est facile à établir: dans le premier cas la muqueuse du canal du trayon est intacte, dans le deuxième cas, il existe une solution de continuité entre le sinus du trayon et le milieu extérieur au travers de la paroi. Pendant la lactation, il y a écoulement permanent de lait par ce méat.

TRAITEMENT - Conditions générales des interventions sur le trayon: Les difficultés sont nombreuses: organe très sensible (réaction de l'animal); possibilité d'hémorragie; risques d'infection post-opératoire; pansement difficile à appliquer; menace de mammite.

Quelque soit l'intervention à pratiquer, il faut prendre certaines précautions: contention et anesthésie convenables; respect des règles de l'antisepsie; hémostase à l'aide d'un garrot de caoutchouc; prévention des mammites par l'introduction d'antibiotiques dans le canal du trayon. Il faut intervenir le plus rapidement possible après l'accident et prendre soin d'exercer une tension optimum sur les points de suture et assurer l'étanchéité de la suture.

Anesthésie. Il convient de faire une anesthésie soignée, afin de pouvoir se livrer en toute tranquillité à un travail chirurgical assez méticuleux. En raison de ses conséquences digestives (météorisation par paralysie du rumen) on ne réalise pas l'anesthésie générale chez la vache, mais l'obtention d'un état de sédation facilite la chirurgie. Ceci peut être provoqué à l'aide du Rompun (xylazine, 0.05-0.20 mg/kg i.m. Lorsque la vache est en état de gestation, l'injection peut provoquer avortement ou un accouchement prématuré).

L'anesthésie épidurale haute (loco-régionale) oblige à opérer sur la vache couché et ne donne pas toujours une insensibilisation suffisante du trayon.

Anesthésie par voie paravertébrale (loco-régionale): elle permet d'obtenir une anesthésie de la mamelle, en bloquant les quatre premières paires lombaires et en y ajoutant l'injection au niveau des nerfs périméaux par voie aponévrotique périméale.

Anesthésie cerclante à la base du trayon (locale): une bague d'anesthésie est réalisée à la base du trayon en injectant en 5 ou 6 points, à l'aide d'une aiguille intradermique fine, 10 ml environ d'une solution de procaine à 2-3%. Il est important de bien répartir la dose tout autour du trayon, même du côté opposé à la plaie.

Anesthésie par le canal du trayon: on introduit l'anesthésique dans le sinus galactophore au moyen d'une seringue et d'une sonde trayeuse stérile (15-20 ml de procaine en solution à 2%). Le trayon est parfaitement insensibilisé au bout de 15 minutes et l'anesthésie dure entre 45 et 60 minutes). Il faut poser un garrot après l'injection pour éviter que la solution anesthésique ne s'échappe par la plaie.

Préparation et antisepsie: nettoyage et parage: le premier temps consiste en la pose d'un garrot à la base du trayon pour favoriser l'hémostase et éviter que le lait ne s'écoule lors de l'opération. La désinfection du champ opératoire peut être réalisée avec différents produits, mais les substances irritantes pour les tissus sont à proscrire (teinture d'iode).

Cas des coupures: il faut laver le champ opératoire avec de l'eau savonneuse pour débarrasser la peau des différentes souillures que l'on rencontre. Le foyer et les parois de la plaie sont alors nettoyés; les tissus nécrosés et les tissus bourgeonnants sont largement excisés de façon à pouvoir exécuter une suture en tissu sain.

Cas des plaies contuses: les petites lésions (infiltration hémorragique) sont traitées à l'aide de pommades calmantes et antiseptiques. Pour les lésions intéressant la région du sphincter et pour éviter la sténose cicatricielle, il faut obtenir l'ablation du tégument dissimulant l'hématome. La

peau recouvrant la lésion et les tissus nécrotiques sont enlevés de façon nécessaire pour obtenir une place nette. La guérison se fait par cicatrisation sous la croûte (3-6 semaines).

Cas des fistules: il faut aviver fortement les bords de la plaie. La muqueuse est grattée avec la pointe du bistouri.

Sutures: pour les déchirures récentes: surjet simple: premier et dernier points en tissu sain. Pour les plaies à gros délabrement suture en trois plans faite avec le même fil pour éviter la présence de nœuds dans la plaie, ce qui gênerait la cicatrisation. La muqueuse est suturée en surjet simple, par adossement des bords: l'aiguille pénètre dans l'épaisseur de la muqueuse, sans la traverser, les points doivent être assez rapprochés. La suture de Götze réalise l'affrontement des lèvres de la plaie grâce à deux plans de suture superposés faits avec le même fil: la suture profonde commence à l'extrémité supérieure de la plaie et on effectue une suture de matelassier: le fil doit traverser une bonne épaisseur de paroi, sans toucher la muqueuse. Suture superficielle: sans changer d'aiguille, on fait en remontant un surjet simple, à points rapprochés de 3 mm; puis les deux chefs de fil sont noués ensemble.

La suture des plaies profondes du trayon doit assurer une fermeture hermétique du canal du trayon; la muqueuse ne doit pas être traversée par les fils. Les nœuds doivent se trouver au dehors de la paroi du trayon pour éviter une réaction inflammatoire trop importante qui créerait une zone de fragilité.

Les soins post-opératoires interviennent pour une grande part dans le succès de l'opération. La plaie doit être protégée par un pansement. Après avoir terminé la suture, il faut introduire par voie mammaire des antibiotiques en excipient retard.

Lorsque la blessure se produit sur une vache en période de tarissement, la cicatrisation n'est pas gênée par la sécrétion lactée. Pour cette raison il est parfois préférable d'attendre ce moment pour le traitement chirurgical des fistules. Quand la femelle est en lactation on peut: placer une sonde à demeure dans le canal du trayon; placer une sonde au moment des traites, ou tarir provisoirement le trayon blessé. Si on utilise la sonde seulement au moment de la traite, l'opérateur doit bien se laver les mains avant la pose de la sonde, qui doit être aseptique, et désinfecter soigneusement l'extrémité du trayon.

NEOFORMATIONS EXTERNES

Papillomes. La papillomatose cutanée bovine est une affection due à un papovirus. Elle se caractérise par l'apparition de tumeurs cutanées bénignes, dont la taille peut varier entre celle d'un poing et celle d'un grain de mil. Ils ont l'aspect du chou-fleur, sont adhérents à la peau par une large base et peuvent être si nombreux qu'ils envahissent le ventre et la mamelle. Ils nécessitent souvent une intervention, car ils empêchent la traite. Il y a le risque qu'une infection secondaire puisse se développer à l'occasion de la pénétration de germes dans les anfractuosités cornées.

Après un lavage de toute la mamelle et l'application d'une solution antiseptique, le traitement chirurgical réalise l'ablation des verrues à l'aide de ciseaux ou de thermocautère, en essayant de

léser au minimum le tissu sous-jacent. Ensuite une pommade cicatrisante est appliquée sur les plaies et il est préférable de mettre l'animal en pâtûre ou de le maintenir sur une litière propre. L'excision des plus gros papillomes est suivie de la chute des autres en quelques jours.

OBSTRUCTION/STENOSE DU CANAL DU TRAYON

Les traumatismes constituent une cause importante d'obstruction du trayon de par la rétraction cicatricielle qu'ils provoquent et la traite peut devenir difficile. Plusieurs éventualités opératoires sont à envisager: la dilatation forcée, la trayonotomie, le curetage.

La lésion peut être diffuse, située au bout du trayon et due à une inflammation chronique. La prolifération conjonctive peut diminuer la lumière ou empêcher le sphincter de se dilater normalement; à la palpation le canal se présente comme une tige fibreuse, indurée, parfois noueuse dans sa partie moyenne. La base du trayon est dilatée par l'accumulation du lait.

La lésion peut se situer à l'extrémité du trayon; il s'agit alors de la contracture du sphincter qui en ferme l'orifice, celui-ci subissant une atrésie plus au moins complète.

Il peut s'agir encore de brides ou de membranes, consécutives à une plaie du sphincter ou existant sur la longueur du canal et provenant de la desquamation de la muqueuse enflammée. L'obstruction peut siéger au niveau de la rosette: le lait peut s'accumuler, ce qui provoque un engorgement oedémateux du quartier: à la palpation on sent un bourrelet circulaire plus au moins dur. Un sondage est nécessaire pour établir un diagnostic étiologique.

La dilatation forcée du canal est destinée à augmenter le diamètre du canal lors de sténose. Il ne faut opérer que s'il n'y a pas d'inflammation mammaire et de préférence avant la mulsion.

Il existe de nombreux dilateurs. Le dilateur anglais se compose d'une partie droite, formée de deux branches qui peuvent s'écarter de façon variable suivant les besoins. La partie inférieure est élargie et piriforme. Le dilateur Alexander est formé de lames métalliques qui glissent le long d'un axe fixe au moyen d'un curseur et peuvent s'écarter l'une de l'autre. Encore, il y a les tubes trayeurs ou les mandrins métalliques.

Avec un dilateur on injecte d'abord une solution anesthésique dans le canal. L'opérateur introduit l'instrument progressivement (ouvertures et fermetures successives). Avec le dilateur d'Alexander on répète l'opération 5 à 6 fois à 2 minutes d'intervalle et tous les 2 jours, jusqu'à la disparition de la sténose. S'il y a inflammation, le traitement est suspendu et le trayon immergé dans une solution d'acide borique. On introduit les mandrins dilateurs dans les trayons pendant l'intervalle entre deux traites et on augmente petit à petit leur calibre.

La traite est souvent douloureuse: il faut enduire le trayon de pommade anesthésique matin et soir et traire régulièrement, fréquemment et avec une pression suffisante pour éviter la récurrence du rétrécissement.

La trayonotomie consiste à débrider le canal excréteur et surtout son orifice extérieur, en pratiquant une ou plusieurs incisions en croix du sphincter, afin de remédier à son atrésie. Elle est pratiquée

lorsque la dilatation forcée ne donne pas les résultats attendus et dans le cas de déformation du trayon dont l'orifice se trouve remonté par de cicatrices inflammatoires. Elle est également indiquée dans le cas d'une affection appelée "araignée": ce terme vient de la forme de la blessure, car lorsque le bout du trayon est écrasé, la peau est fissurée en plusieurs directions, la striction du muscle du sphincter est plus au moins importante, les bords du canal sont durs et le passage du lait pratiquement supprimé. Il est conseillé d'intervenir juste avant la mulsion, mamelle et trayon étant pleins de lait.

Différents instruments peuvent être utilisés, mais dans tous les cas l'élargissement est poursuivi jusqu'à ce que le lait coule librement de l'orifice du trayon en un filet assez important.

Trayonotome de Guilbert: le plus connu des trayonotomes. Instrument muni de 2, 3 ou 4 lames légèrement tranchantes, fixées dos à dos sur une tige. Il se compose d'une sorte de sonde cylindrique fine et mousse à son extrémité, d'où partent deux ailettes plates en forme de triangle rectangle à hypoténuse tranchante.

On emploie aussi un bistouri à lame cachée qui se compose de deux lames superposées, dont l'écartement est déterminé par une vis placée à la partie inférieure de l'appareil.

De la main gauche on saisit le trayon, on fait sortir quelques ondées de lait pour laver le canal, puis on gonfle le trayon en le prenant à la base. On engage le trayonotome dans l'axe du canal et on le pousse rapidement jusqu'à un claquement sec correspondant à la pénétration de la base des ailettes. On le retire aussitôt rapidement. On peut pratiquer une 2ème incision en faisant pivoter l'appareil, de manière à obtenir une incision en croix. Les incisions ne doivent intéresser que la muqueuse.

La traite peut suivre immédiatement l'intervention. Le lait sort plus facilement. Injecter des antibiotiques dans le trayon et masser vers le sinus galactophore. On fait effectuer le plus grand nombre de traites et sous forte pression, pour empêcher la cicatrisation et l'atrésie de se renouveler. On peut placer dans le trayon une bougie antiseptique.

Le curetage est pratiqué lorsque le canal est obstrué par des brides ou des lambeaux de tissu conjonctif cicatriciel ou lorsqu'une partie du canal est indurée. On peut opérer soit lorsque la glande est au repos, soit lorsque l'animal est en lactation. On utilise une curette, instrument qui se compose d'une tige métallique montée sur un anneau et portant à l'autre extrémité un petit cône creux au bord tranchant. On introduit une sonde pour repérer l'emplacement de l'obstruction: on remplace la sonde par la curette et on la fait pénétrer jusqu'au delà du rétrécissement. On retire ensuite vivement l'instrument dans la direction du canal.

Après l'opération il faut traire pour voir si la destruction du tissu est suffisante. Il est conseillé de protéger le trayon et de mettre en place une bougie antiseptique.

LE LAIT

Caractéristiques d'un lait de tank normal	
Eau	800-900 g/l
Lactose	47-52 g/l
Taux butyreux (gras)	35-44 g/l
Taux protéique	30-34 g/l

Minéraux	7-9 g/l
Lypolise	<0,4 meq/100 g
Cellules somatiques	<200.000 c/ml
Germe totaux	<50.000 ufc/ml
Staphylocoques	<100 ufc/ml
Coliformes	<100/ml
Butyriques	<200 spores /l

Les germes comprennent tous les micro-organismes présents dans le lait (galinde mammaire, trayon, environnement) Ils peuvent se multiplier rapidement si le lait n'est pas refroidi assez vite après la traite.

Les germes totaux. Leur nombre est évalué régulièrement car un nombre trop élevé affecte le goût et la durée de conservation du lait. Le nombre de germe totaux ne dit pas tout, car la flore du lait est constituée de germes utiles, de germes indésirables et de germes potentiellement pathogènes. Les germes utiles, comme les bactéries lactiques, participent à l'établissement des caractéristiques du fromage. Ils sont particulièrement valorisés lors de la fabrication du fromage au lait cru. Les germes indésirables ou germes d'altération sont ceux qui sont responsables de défauts de fabrication (aspects, goût, durée de conservation).

On réussit à contrôler ces germes par une bonne hygiène de la traite et par un refroidissement rapide du lait.

Les staphylocoques sont les germes potentiellement pathogènes les plus fréquents dans le lait. Ils proviennent des mamelles infectées, mais ils vivent sur la peau des trayons et sur les mains des trayeurs. Certaines souches produisent des toxines responsables de toxi-infections alimentaires de l'homme.

Les coliformes vivent dans le système digestif des bovins et sont excrétés dans la bouse. Un grand nombre de coliforme dans le lait indique une contamination du lait par les bouses : vaches trop sales, hygiène de traite insuffisante. Ils sont responsables de défauts de fabrication du fromage et de toxi-infections alimentaires assez graves.

Les butyriques sont présent dans le sol ; ils ont la capacité de produire de spores qui sont impossible à éliminer e qui pendant la fabrication du fromage redeviennent capable de se multiplier, en donnant lieu à une fermentation qui donne au fromage un goût désagréable ou fait éclater la meule de fromage. La contamination se fait lorsque les vaches mangent des aliments contaminés.

La lipolyse est un indice de la qualité de la matière grasse : un taux élevé indique une rupture des membranes des globules gras qui peut favoriser le développement d'un goût rance dans les produits laitiers. L'agitation excessive du lait est le principal responsable de la lipolyse.

Les cellules somatiques sont constituées en grande partie de leucocytes, les cellules blanches du sang qui se dirigent en grand nombre vers les sites d'infection. Si un quartier devient infecté, le comptage cellulaire de son lait augmente. Une vache ayant un comptage au-dessus de 100.000c/ml a probablement un ou deux quartier infectés. Les cellules sont mesurées soit sur le lait de chaque vache, soit sur le lait de tank. Un comptage plus élevé dans ce dernier indique que plus grand nombre de vaches infectés. Sa durée de conservation est diminuée.

ASPECTS MICROBIOLOGIQUES DE LA CONSERVATION DU LAIT

La méthode la plus naturelle et la plus sûre pour améliorer la conservation du lait cru est le refroidissement. Dans les régions ou les saisons où la température est normalement basse, le lait a spontanément une meilleure aptitude à se conserver. D'autres procédés ont été proposés, notamment l'addition au lait d'eau oxygénée. Malgré les avantages que celle-ci peut présenter dans certains cas et sa décomposition rapide, son emploi est interdit dans divers pays où l'addition de tout conservateur est considérée comme une fraude et parce qu'elle a des conséquences défavorables sur certains constituants du lait.

La réfrigération s'est largement répandue dans les régions de grande production laitière où elle est appliquée à 80 ou 90 % du lait récolté par les usines. Ses avantages sont nombreux. En permettant de mieux maîtriser l'évolution de la flore microbienne, elle permet de différer l'utilisation du lait. Mais il faut bien savoir que l'application du froid au lait, tant au niveau de la ferme, de la collecte et de l'usine, n'apporte les résultats attendus que dans la mesure où certaines conditions sont respectées.

Le lait recueilli après la traite contient toujours des microorganismes dont le nombre et les espèces auxquels ils appartiennent sont très variables.

La présence inévitable de ces germes est due à des contaminations d'origine intra-mammaire et extra-mammaire qu'il est nécessaire de limiter le plus possible en raison du rôle néfaste qu'elles peuvent avoir sur la conservation du lait et sur la qualité et le rendement des produits fabriqués.

Contamination intra-mammaire

À la sortie de la mamelle, même lorsque celle-ci est saine et que la traite est effectuée dans des conditions rigoureuses d'hygiène, le lait contient habituellement une centaine à quelques milliers de bactéries par ml.

Il s'agit de germes banaux appartenant le plus souvent aux genres *Corynebacterium* et *Micrococcus* et parfois de germes pathogènes. Ils proviennent du milieu extérieur d'où ils pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon. Ils sont entraînés avec le lait au moment de la mulsion.

À cette contamination par voie ascendante peut s'ajouter une contamination par voie endogène. Elle est constituée par des germes pathogènes infectant l'animal. Ils parviennent dans la mamelle par la circulation sanguine. C'est, par exemple, le cas pour les agents de la brucellose et de la tuberculose.

Contamination extra-mammaire

Au cours des opérations de traite le lait reçoit un second apport de microorganismes d'espèces variées dont le nombre est habituellement très supérieur à celui de la contamination d'origine intra-mammaire. L'importance de cet apport varie considérablement en fonction des conditions d'hygiène de la traite et de l'étable.

Elle est notamment liée à la propriété du trayeur et de l'animal (notamment de la peau de la mamelle), à l'état du milieu ambiant (poussières diverses, débris alimentaires, poils, insectes, etc...), à la propreté du matériel de traite et de récolte du lait et à la qualité bactériologique de l'eau utilisée pour son nettoyage et son rinçage. Les ustensiles en contact avec le lait et la machine à traire mal nettoyée sont notamment à l'origine de la très forte charge microbienne des laits.

Selon les soins apportés à l'hygiène des conditions de récolte du lait, le nombre de microorganismes varie beaucoup - de quelques milliers à plusieurs centaines de mille par ml, parfois davantage. En considérant que dans du lait laissé à température de la traite, une seule bactérie peut en donner deux toutes les vingt minutes, on imagine la rapidité avec laquelle croît le nombre de germes.

Température et développement microbien

Les limites de température entre lesquelles les microorganismes peuvent croître sont approximativement comprises entre -5°C et $+80^{\circ}\text{C}$. La limite inférieure de leur développement est déterminée par la température de congélation de l'eau. La limite supérieure est fixée par la destruction entre 50°C et 90°C de constituants chimiques de la matière vivante (protéines et acides nucléiques) sauf dans le cas des spores thermorésistantes.

L'exposition des microorganismes à une température inférieure à celle de leur température minimum de croissance n'entraîne généralement pas leur mort. De nombreux microbes peuvent survivre pendant longtemps à l'état congelé à la température de l'azote liquide (-196°C) bien que toutes leurs activités métaboliques soient alors suspendues.

D'une manière générale une bactérie donnée exige pour sa croissance optimum une température déterminée au-dessus et en dessous de laquelle sa multiplication est ralentie puis s'arrête. Ces limites sont appelées températures maximum et minimum de croissance ; elles varient de façon plus ou moins étroites. A partir d'environ 10°C la température entraîne une croissance. Mais, plus on approche de la température optimum, plus l'augmentation du taux de croissance devient faible pour une élévation donnée de température. Au-dessus de la température optimum, une légère augmentation de chaleur provoque une rapide diminution du temps de croissance qui tend à devenir nul.

En fonction des limites de température entre lesquelles prolifèrent les microorganismes on en distingue trois groupes

Psychrophiles : minimum	- 5°C ; optimum $+5^{\circ}\text{C}$ à $+10^{\circ}\text{C}$; max $+20^{\circ}\text{C}$
Mésophiles : minimum	$+10^{\circ}\text{C}$; optimum $+30^{\circ}\text{C}$ à $+40^{\circ}\text{C}$; max $+45^{\circ}\text{C}$
Thermophiles : minimum	$+40^{\circ}\text{C}$; optimum $+50^{\circ}\text{C}$ à $+60^{\circ}\text{C}$; max $+75^{\circ}\text{C}$

Dans chaque groupe il existe des espèces ou des souches pour lesquels le caractère psychrophile, mésophile ou thermophile est strict alors qu'il est facultatif pour d'autres. La raison pour laquelle les bactéries ont des températures de culture différentes paraît être due, au moins en partie, à la stabilité thermique spécifique de leurs enzymes.

Lorsque l'on applique un chauffage de quelques minutes, la plupart des bactéries banales du lait, non sporulées, sont détruites. Toutefois un certain nombre d'entre elles peuvent subsister et se développer quand les conditions sont redevenues favorables. Par convention, on appelle bactéries thermorésistantes celles qui résistent à un chauffage de 72°C pendant 15 secondes ou à 63°C pendant 30 minutes. Toutes les espèces et toutes les souches ne présentent pas le même caractère de thermorésistance. Alors que certaines sont détruites par un traitement classique de pasteurisation (chauffage à 72°C pendant 20 secondes), d'autres résistent encore à 88°C pendant 20 secondes. Les bactéries thermorésistantes n'étant pas détruites par la pasteurisation habituelle, leur présence dans le lait cru peut avoir des conséquences graves pour la qualité des produits. C'est ainsi que des Streptocoques et des Lactobacilles peuvent persister dans le lait pasteurisé et provoquer son acidification et la coagulation de la caséine.

Certaines bactéries (*Bacillus*, *Clostridium*) forment des spores dont la résistance à la chaleur est supérieure à 100°C . Elles proviennent le plus souvent du sol et des aliments ensilés. Leur présence dans le lait stérilise, dans les laits concentrés et certains fromages (fondus, pâtes pressées) peut être responsable d'altérations graves.

. Croissance des bactéries

La multiplication des bactéries peut être considérable. Elle dépend de différentes conditions dont la température.

La croissance d'une bactérie placée dans des conditions idéales peut être définie par deux constantes :

- le temps de génération, c'est à dire l'intervalle de temps entre deux divisions successives ou celui nécessaire au doublement de la population.

- le taux de croissance est le nombre de division par unité de temps. Autrement dit il est l'inverse du temps de génération. Si par exemple le temps de génération est de 20 minutes, en une heure le taux de croissance est de $3/1 = 3$.

Après inoculation du milieu, quatre phases principales se distinguent dans toute courbe de croissance .

Phase de latence. Pendant cette période le taux de croissance est nul puis augmente légèrement. Elle traduit l'adaptation des bactéries au milieu. Elle est sous l'influence de plusieurs facteurs (pH, température, état physiologique de bactéries, la composition du milieu).

Phase exponentielle ou logarithmique. Ici, les bactéries se multiplient sans entrave; le taux de croissance est maximum et constant, c'est à dire que le taux de génération est minimum. Ce taux est caractéristique d'un microorganisme donné qui est lui-même sous la dépendance des conditions d'environnement comme la nature et la concentration des nutriments, le pH et la température. Ces facteurs ont une grande influence. C'est ainsi que pour *Escherichia coli* le taux de croissance est de 0,5 à 18°C et de 3,3 à 40°C. Dans le cas des bactéries thermophiles la pente de la droite représentant la phase exponentielle est habituellement plus forte que pour les mésophiles et plus faible pour les psychrophiles et les psychrotrophes.

La croissance exponentielle est d'assez courte durée (quelques heures). Elle est limitée par l'apaisement du milieu en nutriments ou par l'accumulation de produits du métabolisme devenant toxiques au-delà d'une certaine concentration.

Il est évident que la phase exponentielle de croissance d'une cellule ne peut être maintenue de façon continue. Si tel était le cas, une seule bactérie ayant un temps de génération de vingt minutes donnerait en quarante huit heures une descendance dont la masse totale serait approximativement quatre mille fois plus grande que celle de la terre !

- *Phase stationnaire maximale* Le milieu devenant favorable à la croissance, le nombre de cellules viables constant à sa valeur maximale, généralement pendant quelques heures ou même quelques jours. Ce phénomène traduit un équilibre entre le nombre de bactéries provenant de la multiplication et le nombre de celles qui meurent. Il peut aussi indiquer la persistance de bactéries vivantes en l'absence de toute multiplication.

Phase de déclin ou de décroissance. Pendant cette dernière phase les bactéries ne se reproduisent plus. Beaucoup d'entre elles meurent et sont décomposées plus ou moins rapidement par les enzymes libérées au moment de leur mort. Ce processus d'autodigestion constitue l'autolyse. Le taux de mortalité peut être constant comme le taux de croissance.

Evolution spontanée de la flore bactérienne du lait

On a dit précédemment que la traite, même réalisée dans des conditions d'hygiène satisfaisantes, s'accompagne toujours de contaminations par des microorganismes variés. Ceux-ci constituent une flore complexe qui se dissémine facilement et rapidement dans le lait du fait de son état liquide. En raison de la température du lait (37°C), de sa teneur élevée en eau (87,5%), de ses éléments nutritifs et de son pH proche de la neutralité (6,6-6,8) de nombreuses bactéries y trouvent des conditions favorables à leur développement.

Celui-ci n'est généralement pas immédiat. Le plus souvent il ne commence que dans les 3 ou 4 heures qui suivent la traite lorsque le lait est maintenu à température ambiante. Ce comportement désigné improprement sous le terme phase "bactéricide" ou phase « d'adaptation » est dû à la présence dans le lait fraîchement traité de substances antibactériennes connues sous la désignation générale de lacténines.

Ce délai passé, les bactéries entrent en phase de multiplication. Toutefois ce ne sont pas les mêmes espèces qui prédominent en raison du rôle sélectif de la température. Lorsque le lait est maintenu entre 20°C et 40°C, ce qui correspond souvent aux conditions ambiantes, ce sont habituellement les bactéries mésophiles qui se multiplient. Parmi celles-ci les bactéries lactiques, en particulier celles du genre *Streptococcus*, constituent habituellement

la flore naturelle majeure du lait. Elles se développent rapidement provoquant l'acidification du lait et sa coagulation à température ambiante lorsque son acidité est voisine de 60° Dornic (1).

Elles sont accompagnées de germes saprophytes de pollution Gram négatif et Gram positif. Parmi les premiers on trouve notamment des bactéries coliformes et des *pseudomonas*. Parmi les seconds non sporulés, des Microcoques et des Staphylocoques et parmi les sporulés des *Bacillus* et des *Clostridium*. Ces divers microorganismes, constituent une flore variée susceptible d'altérer la qualité hygiénique, technologique et organoleptique du lait et, par suite, celle des produits avec lequel ils seront fabriqués malgré les traitements d'assainissement qui seront appliqués après réception du lait à l'usine.

Pour ralentir et limiter la prolifération bactérienne, il faut recourir à des agents bactériostatiques dont le meilleur est le froid mais dont l'application doit être soigneusement choisie et rigoureusement contrôlée. En outre, son efficacité est d'autant plus grande que la teneur en germes est faible. En aucun cas il ne peut remplacer ou compenser une hygiène défectueuse de la traite et des matériels de récolte et de conservation du lait à la ferme. Il constitue seulement un moyen de maintenir le lait pendant un temps limité, dans sa qualité microbiologique initiale.

Action du froid sur les microorganismes

Le maintien du lait au froid a essentiellement pour but d'arrêter le développement des microorganismes. Il constitue un traitement de stabilisation. Il ne peut ni améliorer la qualité initiale du lait ni entraîner la mort des bactéries.

La prolifération microbienne diminue avec l'abaissement de la température.

Dès que la température est abaissée au voisinage de 10°C la croissance de certains microorganismes est fortement ralentie. À la température de 4°C elle est arrêtée. C'est le cas des bactéries lactiques, responsables de l'acidification. Par contre, d'autres espèces sont encore capables de se multiplier à ces températures. Il s'ensuit que faute des précautions, le stockage au froid peut être responsable d'une sélection microbienne et du développement de germes appelés "psychrotrophes" provoquant ainsi une modification de l'équilibre et de la nature de la flore microbienne du lait. La conséquence, contrairement à l'effet attendu, est une diminution de la qualité du lait et des produits laitiers pouvant aller jusqu'à l'apparition de défauts graves rendant les produits inconsommables.

Microorganismes psychrotrophes

On rassemble sous le nom de "psychrotrophes" des microorganismes capables de se développer à une température égale ou inférieure à 7°C quelle que soit leur température optimum de croissance.

Autrement dit, ils se caractérisent par leur aptitude à se développer dans un intervalle de température très large. Ils peuvent appartenir à des espèces microbiennes mésophiles ou psychrotrophes. Dans le lait, les psychrotrophes mésophiles dont la température optimum de croissance se situe entre 20 et 30°C sont les plus nombreux. Leur température minimum de développement peut être inférieure à 0°C tandis que leur température maximum peut atteindre 40°C. Parmi les microorganismes psychrotrophes, on trouve des Moisissures, des Levures et des Bactéries appartenant à des genres et à des espèces variées. Ce sont les Bactéries qui offrent le plus d'importance du point de vue technologique -car elles constituent la flore dominante du lait et sont les plus aptes s'y développer et à y provoquer des altérations.

La plupart des bactéries psychrotrophes sont aérobies, Gram négatif et non sporulées. Les plus fréquemment rencontrées appartiennent au genre *Pseudomonas*, notamment *P. fluorescens*. Celui-ci peut constituer 60 à 75 %, parfois plus, de la flore psychrotrophe du lait.

Propriétés

La multiplication des bactéries psychrotrophes s'accompagne d'une activité métabolique notable. Parmi celles-ci, de nombreuses, notamment des *Pseudomonas* produisent des enzymes lipolytiques ou protéolytiques. Certaines possèdent les deux caractères. Lorsque leur développement est important, ces enzymes peuvent être responsables de défauts et d'altérations du lait et des produits laitiers, notamment de saveurs désagréables.

A l'exception de quelques espèces thermorésistantes, les psychrotrophes sont détruits par la pasteurisation à 74 °C pendant 15 secondes, voire à la thermisation (65 °C pendant 20 secondes). Mais certaines produisent des enzymes qui résistent à des traitements thermiques élevés. 90 ° à 100 °C pendant plusieurs minutes. C'est ainsi que *Pseudomonas fragi* secrète une lipase dont l'activité est encore notable après chauffage à 72 °C pendant 30 minutes ; son inactivation complète exige l'application d'une température de 100 °C pendant 30 minutes.

Origine

La contamination du lait par les bactéries psychrotrophes est essentiellement un problème d'hygiène.

Ces germes sont largement disséminés dans la nature. Ils sont les hôtes habituels du sol, des plantes, des eaux et du fumier. Les eaux d'alimentation des fermes sont souvent très contaminées. Ils peuvent aussi être véhiculés par un air chargé de poussière de foin ou autres aliments.

Leur présence dans le lait cru est due à des pollutions dont l'importance dépend des conditions de propreté de la traite et des matériels de récolte, de transfert et de conservation du lait, de la qualité des eaux de nettoyage et de rinçage, ou mode d'alimentation du bétail.

Il faut souligner que le contact du lait avec des surfaces mal nettoyées, mal désinfectées ou rincées avec des eaux polluées constitue souvent la source majeure de contamination. D'où la nécessité d'un lavage correct de la mamelle et d'une technique efficace de nettoyage. L'utilisation de matériels présentant un état de surface défectueux par suite de corrosion, fissuration, entartrage, etc. rend impossible l'obtention de la propreté bactériologique.

Lorsque l'on procède à la désinfection, il faut savoir que certains produits comme les ammoniums quaternaires n'ont que peu ou pas d'effet d'inhibition sur les psychrotrophes ; certains sont capables de favoriser des sélections microbiennes dangereuses. Les meilleurs désinfectants sont les hypochlorites et les composés iodés.

Développement

Trois facteurs importants influent sur la croissance de la flore microbienne, à savoir .

- le nombre initial de bactéries,
- la température de conservation,
- la durée de conservation.

Pour ne pas dépasser le nombre de 1.000.000 germe (lait de qualité moyenne) au moment de son traitement à la laiterie, le lait doit avoir une population initiale de germes par ml très faible. Si la contamination initiale est élevée, en 24 h ce nombre sera dépassé à la température de 4,5 °C, qui est insuffisante.

Les examens effectués par de nombreux laboratoires montrent que la température de conservation doit être le plus près possible de 0 °C et jamais supérieure à 4 °C (en pratique 2 °C à 4 °C). Mais le temps de conservation reste étroitement lié à la charge microbienne du lait mis en refroidissement.

La charge microbienne, la température et le temps ne sont pas les seuls facteurs qui interviennent sur la qualité du lait reçu à l'usine. Il faut aussi tenir compte d'éléments complémentaires tels que la vitesse de réfrigération, la remontée de température due aux apports successifs de lait chaud dans le lait refroidi et les conditions de la collecte.

Pour établir la durée possible de la conservation du lait il faut faire des essais et voir les différentes courbes de croissance des bactéries par rapport à la charge initiale; lorsque la température est devenue suffisamment basse pour arrêter la croissance de certaines d'entre elles (sélection par le froid), seulement les bactéries psychrotrophes poursuivent leur développement, devenant progressivement plus nombreuses que les non psychrotrophes.

Nombre maximum des bactéries totale dans le lait à l'origine N	Durée maximale de conservation du lait refroidi entre 2°C et 4°C
N < 10.000	4 jours
N ≤ 100.000	3 jours
N < 500.000	2 jours
N > 500.000	1 jour ou moins

Les bonnes pratiques liées à la traite

- identifier les vaches qui viennent de vèler, les vaches porteuses de mammite, celles qui sont traitées par antibiotiques (délai d'attente).
 - traire avant toutes les vaches saines,
 - porter des vêtements propres
 - les vaches sont approchées et manipulées calmement
 - On observe la vache pour détecter des signes de mammite (quartier rouge, dur ou enflé)
 - se laver les mains avant de toucher à l'équipement et à la mamelle (porter des gants jetables).
- Rappeler que les maladies peuvent se transmettre des trayons vers les mains et vice-versa
- avant la traite on prend les premiers jets de tous les trayons de toutes les vaches et on les examine: ces premiers jets ne vont ni dans les mains, ni dans la serviette, ni dans la litière
 - On lave tous les trayons avant la traite (s'assurant de laver le bout du trayon)
 - si on utilise de l'eau, elle est propre et tiède
 - La serviette utilisée ne touche pas aux poils de la queue avant de toucher aux trayons
 - On effectue le prétrempage, en gardant un temps de contact adapté au produit
 - Tous les trayons sont essuyés et asséchés
 - Après la traite les vaches ont accès à la nourriture afin qu'elles restent debout un certain temps
 - Après la traite on lave le bol à fond noir et le contenant de trempage des trayons

Nettoyage des tanks

Mal nettoyé, le tank devient rapidement une source importante de contaminations qui peuvent annihiler les soins pris au niveau de la production et les effets de la réfrigération.

Lorsque du lait a séjourné ou circulé au contact d'un matériel, il laisse toujours un résidu sous forme d'un film ou de dépôts plus ou moins importants. Ces résidus s'amassent particulièrement dans les parties angulaires, creusés ou en saillie. Laissés à l'air ils se dessèchent rapidement en adhérant fortement à leur support. A chaque apport de lait, de nouveaux résidus se forment et se fixent aux précédents. En peu de temps, ces couches successives constituent un enduit tenace et d'autant plus difficile à éliminer qu'il est plus ancien. Ces résidus servent de support protecteur aux bactéries qui, de plus, y trouvent les substances nutritives nécessaires à leur développement. Il est donc indispensable de procéder au nettoyage complet du tank aussitôt après l'évacuation du lait.

Les dépôts formés sont toujours difficiles à éliminer en raison de leur composition (matière grasse, protéines, sucre, sels minéraux) et de la force avec laquelle ils adhèrent aux parois. L'eau seule, même chaude, n'y suffit pas. Elle doit être accompagnée de produits dit détergents, dotés de propriétés particulières. Les solutions détergentes doivent notamment permettre de décoller les souillures, de les dissoudre, de les mettre en solution ou en suspension et empêcher qu'elles se redéposent sur les surfaces. En outre, ces solutions doivent pouvoir être complètement éliminées des surfaces nettoyées par rinçage à l'eau. En aucun cas elles ne doivent corroder les matériaux ni

être toxiques. Enfin, elles doivent empêcher les eaux dites dures, c'est à dire chargées de sels calcaires, de former sur le matériel des dépôts de tartre. Les détergents doivent être composés de substances variées soigneusement sélectionnées et mélangées en proportions convenables.

Les détergents se classent en trois groupes :

- Les détergents alcalins (soude, silicate de soude, carbonate de soude, phosphate trisodique, polyphosphates...)ils éliminent particulièrement les graisses et les protéines ;
- Les détergents acides (acide nitrique, acide phosphorique...) qui dissolvent les sels minéraux (tartre, pierre de lait) ;
- Les détergents mouillants ou tensio-actifs (alkyl-sulfamates, alkyl-aryl-sulfamates, éthers polyglyceriques...). Ceux-ci ne sont pas utilisés seuls mais additionnés en faible quantité aux détergents alcalins ou acides afin de faciliter l'étalement de la solution de nettoyage sur toute la surface et son infiltration sous les souillures.

Il est évident que les détergents alcalins et acides ne doivent jamais être mélangés. Lorsqu'ils sont successivement utilisés doivent être séparés par un copieux rinçage.

Les détergents n'ont généralement qu'un pouvoir désinfectant faible. Ils agissent à l'égard des bactéries par élimination des souillures qui leur servent de support. Un excellent nettoyage assure généralement une bonne propreté microbiologique, mais pas une complète désinfection. Dans certains cas, lorsque par exemple l'eau est polluée, il est bon d'utiliser une solution désinfectante soit seule, après nettoyage, soit en mélange avec les détergents que l'on désigne alors sous le terme de détergents bactéricides.

Les produits désinfectants les plus efficaces et les plus utilisés sont à base de chlore (eau de Javel, produits chlorés) ou base d'iode (iodophores).

Les produits ménagers ne sont pas à conseiller ; il faut chercher les produits détergents chez des fournisseurs compétents. Certains pays publient la liste des produits autorisés à entrer dans la composition des détergents et des désinfectants en contact avec un produit alimentaire.

Principes du nettoyage

Il est fondé sur la combinaison de facteurs suivants :

L'eau. Par trempage des souillures, elle les ramollit, commence à les désagréger et en solubiliser certaines. En outre, elle sert de véhicule aux détergents et aux souillures. Elle doit être propre et potable.

L'action mécanique. Celle-ci est indispensable pour compléter l'action de la solution détergente sur les souillures dont l'adhérence est souvent très forte. Elle doit toujours être énergique. Elle est réalisée par brossage, circulation et injection (ou pulvérisation). Selon les méthodes de nettoyage et la conception des matériels à nettoyer on utilise un ou plusieurs de ces traitements.

La température. Son élévation favorise l'efficacité du nettoyage et accélère le processus. Toutefois, elle doit être limitée pour certains produits de nettoyage et de désinfection. En raison des difficultés que peuvent avoir certaines fermes de disposer facilement d'eau chaude en quantité suffisante, il existe des méthodes de nettoyage "à froid", c'est à dire faites à température ambiante.

La concentration de la solution de détergent. Elle est variable selon le produit. En général, elle est de 1 à 2 %. L'augmentation de la dose prescrite par le fournisseur n'améliore pratiquement pas l'efficacité des nettoyages, constitue une dépense inutile et risque parfois d'endommager le matériel.

La durée d'action de la solution détergente. Pour chaque méthode et chaque produit elle présente un minimum de l'ordre de quelques minutes à une demi-heure selon les cas. Là encore il est inutile de dépasser le temps prescrit, mais il faut le respecter.

Nettoyage manuel

Pré-rinçage

Immédiatement après l'évacuation du lait, il faut procéder à un simple ou double rinçage du tank à l'eau froide. La vanne d'évacuation est ouverte, mais doit être plusieurs fois manœuvrée (jets sous pression). Ce rinçage élimine les restes du lait et évite qu'il ne sèche.

Lavage-brossage

Il faut préparer dans un seau (plastique) la solution détergente alcaline (1 % à 50°C). La vanne d'évacuation étant fermée, on procède au brossage énergique des parois intérieures du tank, de haut en bas. Bien nettoyer aussi l'agitateur, le rebord du tank, les couvercles, les accessoires divers. Il ne doit rester aucune impureté visible. On évacue ensuite la solution et on nettoie le robinet démonté et on le brosse.

Rinçage

Copieux rinçage à l'eau propre. Si celle-ci n'est pas potable, il faut ajouter environ 15 ml (2 cuillère à soupe) d'eau de javel du commerce pour 10 litres d'eau.

Nettoyage acide

Une fois par semaine il est recommandé de remplacer le nettoyage alcalin par un nettoyage à l'aide d'une solution acide en se référant au mode d'emploi indiqué par le fournisseur. Ce procédé élimine le film de pierre de lait ou de tartre, souvent invisible, que n'élimine pas la détergence alcaline et protège efficacement les bactéries qu'il renferme.

M/ LES BONNES PRATIQUES EN ELEVAGE LAITIER

1. SANTÉ ANIMALE

Les animaux produisant du lait doivent être en bonne santé et un programme efficace de suivi sanitaire devrait être mis en place.

Bonne pratique agricole (BPA)	Exemples de démarches proposées pour atteindre la BPA	Objectif ou mesure de maîtrise
1.1 Empêcher l'entrée de maladie dans la ferme.	<p>1.1.1 Acheter uniquement des animaux dont le statut sanitaire est connu et prendre des mesures à leur introduction dans l'élevage.</p> <p>1.1.2 S'assurer que le transport de bovins à l'extérieur de la ferme, voire sur la ferme, n'introduit pas de maladie.</p> <p>1.1.3 Avoir des barrières et des clôtures bien fermées.</p> <p>1.1.4 Si possible, limiter l'accès à la ferme aux personnes et aux animaux sauvages.</p> <p>1.1.5 Avoir un programme de lutte contre les animaux nuisibles</p> <p>1.1.6 N'utiliser que des équipements propres, de provenance connue.</p>	<p>- Maintenir les animaux en bonne santé.</p> <p>- Se conformer aux exigences légales nationales/ régionales concernant les mouvements d'animaux et la surveillance</p>
1.2 Mettre en place un programme efficace de gestion de la santé du troupeau.	<p>1.2.1 Utiliser un système d'identification permettant l'identification individuelle de tous les animaux, de la naissance à la mort.</p> <p>1.2.2 Élaborer un programme efficace de gestion de la santé du troupeau mettant la prévention en priorité, cohérent avec la situation de l'élevage et qui répond aux exigences régionales et nationales.</p> <p>1.2.3 S'assurer régulièrement de l'absence de symptômes de maladie chez les animaux.</p> <p>1.2.4 Soigner les animaux malades rapidement et avec un traitement</p>	<p>- Détecter les maladies animales de manière précoce.</p> <p>- Empêcher la propagation de la maladie entre les animaux.</p> <p>- Empêcher la transmission des zoonoses.</p> <p>- Assurer la traçabilité.</p>

	<p>approprié.</p> <p>1.2.5 Isoler les animaux malades et mettre à l'écart le lait des animaux malades ou sous traitement.</p> <p>1.2.6 Conserver des enregistrements écrits de tous les traitements et bien identifier les animaux traités.</p> <p>1.2.7 Maîtriser les maladies animales susceptibles de nuire à la santé publique (zoonoses).</p>	
1.3 Employer toutes les substances et médicaments vétérinaires conformément aux prescriptions	<p>1.3.1 Appliquer les traitements chimiques conformément aux instructions, calculer les doses rigoureusement et respecter les délais d'attente requis.</p> <p>1.3.2 Respecter strictement les prescriptions du vétérinaire et les délais d'attente spécifiques pour les médicaments utilisés.</p> <p>1.3.3 Entreposer les substances et médicaments vétérinaires en lieu sûr et éliminer avec précaution les produits non utilisés ou périmés</p>	- Prévenir le passage de résidus chimiques dans le lait.
1.4. Avoir des formations adaptées	<p>1.4.1 Disposer de procédures pour détecter et soigner les animaux malades ainsi que pour utiliser les médicaments vétérinaires</p> <p>1.4.2 S'assurer que toutes les personnes qui travaillent dans l'élevage laitier ont reçu une formation suffisante pour s'acquitter de leurs tâches.</p> <p>1.4.3 Avoir recours à des intervenants externes compétents et se référer à des sources d'information fiables pour les conseils.</p>	- Suivre les procédures appropriées.

2. HYGIÈNE DE LA TRAITE

La traite devrait être effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène de même que la manipulation et le stockage du lait ensuite. L'équipement de traite et de stockage du lait devrait être adapté et bien entretenu.

Bonne pratique agricole (BPA)	Exemples de mesures proposées pour atteindre la BPA	Objectif ou mesure de maîtrise
<p>2.1 Veiller à ce que les pratiques courantes de traite ne blessent pas les vaches et n'entraînent pas de contamination du lait.</p>	<p>2.1.1 Identifier chaque animal individuellement et de manière distincte.</p> <p>2.1.2 Bien préparer la mamelle avant la traite.</p> <p>2.1.3 Assurer une technique de traite correcte.</p> <p>2.1.4 Mettre à l'écart le lait des animaux malades ou sous traitement.</p> <p>2.1.5 Veiller à ce que l'équipement de traite soit correctement installé et bien entretenu</p> <p>2.1.6 Veiller à un approvisionnement convenable en eau propre.</p>	<p>- Utiliser un équipement adapté et bien entretenu pour la traite et le stockage du lait.</p>
<p>2.2. S'assurer que la traite se fait dans des bonnes conditions d'hygiène.</p>	<p>2.2.1 Veiller à ce que l'endroit où les animaux sont logés ou maintenus soit toujours propre.</p> <p>2.2.2 Veiller à maintenir propre le lieu de la traite</p> <p>2.2.3 Faire en sorte que les personnes qui traitent suivent bien les règles de base de l'hygiène.</p>	<p>- Traire dans des bonnes conditions d'hygiène.</p>
<p>2.3. S'assurer après la traite que le lait est manipulé correctement.</p>	<p>2.3.1 Veiller à ce que le lait soit refroidi dans le délai prévu.</p> <p>2.3.2 Assurer le stockage du lait dans un lieu propre et rangé</p> <p>2.3.3 Veiller à ce que l'équipement d'entreposage du lait permette de maintenir le lait à la température prévue.</p> <p>2.3.4 Faire en sorte que le ramasseur de lait puisse accéder facilement au lieu de stockage</p>	<p>- Refroidir et entreposer le lait dans des bonnes conditions d'hygiène</p>

3. ALIMENTATION ET ABREUVEMENT DES ANIMAUX

Les animaux doivent être nourris et abreuvés avec des produits sains et de bonne qualité.

Bonne pratique agricole (BPA)	Exemples de mesures proposées pour atteindre la BPA	Objectif ou mesure de maîtrise
<p>3.1 Veiller à ce que les aliments et l'eau distribués aux animaux soient d'une qualité convenable.</p>	<p>3.1.1 S'assurer que les besoins nutritionnels des animaux sont couverts.</p> <p>3.1.2 Faire en sorte que l'eau donnée aux animaux soit de bonne qualité et que cette qualité soit régulièrement vérifiée et maintenue.</p> <p>3.1.3 Utiliser des ustensiles distincts pour manipuler les substances chimiques et les aliments.</p> <p>3.1.4 Veiller à ce que les substances chimiques soient utilisées correctement sur les pâturages et les cultures fourragères</p> <p>3.1.5 N'utiliser que des produits chimiques autorisés pour le traitement des aliments du bétail et leurs composants, en observant les délais d'attente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenir les animaux en bonne santé par une alimentation de bonne qualité. - Éviter que l'eau et les aliments distribués aux animaux soient contaminés par des produits chimiques. - Veiller particulièrement aux contaminations chimiques causées par les pratiques agricoles.
<p>3.2 Maîtriser les conditions de stockage des aliments du bétail.</p>	<p>3.2.1 Séparer les aliments destinés à des espèces animales différentes.</p> <p>3.2.2 Stocker dans des conditions satisfaisantes pour éviter la contamination des aliments du bétail.</p> <p>3.2.3 Eliminer les aliments moisiss.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter toute contamination microbiologique ou par des toxines et veiller à ne pas utiliser par inadvertance des aliments contenant des substances ou des préparations vétérinaires interdites pour le troupeau laitier - Maintenir les animaux en bonne santé par une alimentation de bonne qualité.
<p>3.3 Assurer la traçabilité des aliments du bétail achetés à l'extérieur</p>	<p>3.3.1 Tous les fournisseurs d'aliments du bétail devraient avoir mis en place un programme d'assurance qualité</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programme d'assurance qualité du fournisseur d'aliments du bétail.

de la ferme	reconnu. 3.3.2 Conserver des enregistrements de tous les aliments et composants d'aliments qui rentrent dans la ferme (factures détaillées ou bons de livraison).	
-------------	--	--

4. BIEN-ÊTRE ANIMAL

Les animaux devraient être élevés conformément aux principes suivants:

- absence de faim, de soif et de malnutrition
- absence d'inconfort
- absence de douleur, de blessures et de maladie
- absence de peur
- liberté d'exprimer les comportements considérés comme normaux pour l'espèce

Bonne pratique agricole (BPA)	Exemples de mesures proposées pour atteindre la BPA	Objectif ou mesure de maîtrise
4.1 S'assurer que les animaux sont préservés de la soif, de la faim et de la malnutrition	<p>4.1.1 Apporter une alimentation suffisante (grossière ou non) et de l'eau chaque jour</p> <p>4.1.2 Ajuster le chargement (nombre d'animaux/surface) et/ou la quantité supplémentaire de nourriture pour assurer un apport convenable en eau, en aliments et en fourrages</p> <p>4.1.3 Eviter que les animaux n'ingèrent des plantes toxiques ou autres substances nocives</p> <p>4.1.4 Assurer et maintenir un approvisionnement en eau de bonne qualité, celle-ci est vérifiée régulièrement.</p>	<p>- Des animaux en bonne santé et productifs.</p> <p>- Une alimentation et un abreuvement des animaux appropriés.</p>
4.2. Assurer aux animaux un confort approprié	<p>4.2.1 Concevoir et construire des logements qui ne présentent pas de danger et permettent une circulation facile des animaux</p> <p>4.2.2 S'il y a lieu, laisser suffisamment de place et de la litière propre</p> <p>4.2.3 Protéger les animaux des</p>	<p>- Une protection des animaux des conditions climatiques extrêmes</p> <p>- Un environnement sans danger</p>

	<p>intempéries et de leurs conséquences</p> <p>4.2.4 Assurer une ventilation adéquate des étables</p> <p>4.2.5 Veiller à ce que les sols ne soient pas glissants</p>	
<p>4.3 Veiller à ce que les animaux soient préservés de la douleur, des blessures et maladies</p>	<p>4.3.1 Mettre en place un programme de gestion de la santé du troupeau efficace et inspecter régulièrement les animaux</p> <p>4.3.2 Prévenir les boiteries</p> <p>4.3.3 Traire régulièrement les animaux en lactation</p> <p>4.3.4 Ne pas recourir à des méthodes ou pratiques provoquant des douleurs inutiles</p> <p>4.3.5 Respecter des pratiques convenables pour le vêlage et le sevrage</p> <p>4.3.6 Assurer des conditions de commercialisation des veaux convenables</p> <p>4.3.7 Lorsque les animaux doivent être tués à la ferme, éviter les douleurs inutiles</p> <p>4.3.8 Éviter les mauvaises techniques de traite susceptibles de blesser les vaches</p>	<p>- Des interventions justifiées et réalisées avec humanité</p> <p>- De bonnes conditions sanitaires.</p>
<p>4.4. Faire en sorte que les animaux soient préservés de la peur</p>	<p>4.4.1 Assurer un bon savoir-faire en élevage et fournir une formation adaptée</p>	<p>- L'absence de mauvais traitements</p> <p>- La sécurité des animaux et de l'éleveur</p>
<p>4.5 Veiller à ce que les animaux puissent exprimer des comportements considérés comme normaux pour l'espèce</p>	<p>4.5.1 Assurer une conduite et une gestion du troupeau qui ne privent pas chaque animal d'une certaine vie en groupe</p>	<p>- Une liberté de mouvement</p> <p>- Préserver un comportement grégaire, mais aussi par exemple laisser la possibilité à l'animal de choisir sa position pour dormir</p>

5. ENVIRONNEMENT

La production laitière devrait être gérée dans le respect de l'équilibre de l'environnement proche de la ferme.

Bonne pratique agricole (BPA)	Exemples de mesures proposées pour atteindre la BPA	Objectif ou mesure de maîtrise
5.1 Avoir un système de gestion des déchets approprié.	5.1.1 S'assurer que les déchets sont stockés de façon à réduire au minimum le risque de pollution de l'environnement. 5.1.2 Gérer les pâturages de façon à éviter le ruissellement consécutif à l'épandage des fumiers de la ferme en respectant les conditions locales	- Limiter les incidences potentielles sur l'environnement des pratiques en élevage laitier.
5.2 S'assurer que les pratiques en élevage laitier n'ont pas d'effets négatifs sur l'environnement proche de la ferme.	5.2.1 Maîtriser sur la ferme les effluents laitiers 5.2.2 Utiliser convenablement les produits chimiques (engrais, produits phytosanitaires et vétérinaires, etc...) de façon à éviter la contamination l'environnement proche de la ferme. 5.2.3 Veiller à ce que l'aspect général de l'élevage laitier soit satisfaisant en tant que lieu où sont collectés des produits de très bonne qualité.	-Montrer une image positive des pratiques en production laitière