

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche
Scientifique

Université Ibn Khaldoun -Tiaret –
Institut des Sciences Vétérinaires
Département de Santé Animale

Projet de fin d'étude pour l'obtention d'un diplôme de docteur vétérinaire

Sous le thème de :

Etude bibliographique sur la synchronisation des chaleurs chez les bovins

Présenté par :

- Mr. BELKNADIL ABDELKADER
- Mr. BENSOUUD Salah Eddine

Encadré par :

Dr .ABDELHADI F. Z



SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

CHAPITRE I : Rappel anatomique et physiologique

1) Description des organes	1
1.1) Les organes génitaux externes	2
1.1.1) <i>La vulve (vulva)</i>	2
1.1.2) <i>Le vestibule du vagin (vestibulum)</i>	2
1.1.3) <i>Le vagin (vagina)</i>	2
1.2) Les organes génitaux internes	3
1.2.1) <i>Le col de l'utérus (cervix) :</i>	3
1.2.2) <i>La matrice (utérus) :</i>	4
1.2.3) <i>Les oviductes</i>	4
1.2.4) <i>Les ovaires</i>	4
1.3) Les organes génitaux et leurs fonctions	5
2) Caractéristique général du cycle	8
2.1) Terminologie.....	8
2.2) Durée des différentes phases	11
3) Evénements endocrinien et cellulaire de cycle œstral	12
4) Régulation hormonal de cycle œstral.....	14

CHAPITRE II : la synchronisation des chaleurs

1) GENERALITE	15
2) L'induction et/ou la synchronisation des chaleurs	15

3) Les méthodes de synchronisation des chaleurs	16
3.1) Les moyens zootechniques.....	16
3.2) Les traitements hormonaux.....	18
3.2.1) Les prostaglandines $F_2\alpha$	18
3.2.2) Les associations GnRH/ PGF 2α	20
3.2.3) Les associations œstrogènes/ progestagènes/eCG ou (PMSG).....	22
4) Facteurs de variation de la fertilité à l'œstrus induit.....	26
4.1 / Stade physiologique de l'animal en début de traitement.....	26
<i>a / Cyclicité avant traitement.....</i>	<i>26</i>
<i>b / Stade du cycle en début de traitement</i>	<i>26</i>
4.2 / Facteurs de variation liés à l'animal.....	28
<i>a / Age.....</i>	<i>28</i>
<i>b / Conditions du vêlage précédent</i>	<i>29</i>
4.3 / Facteurs de variation liés à la conduite d'élevage.....	29
<i>a / Saison/date de vêlage.....</i>	<i>29</i>
<i>b / Intervalle vêlage-traitement.....</i>	<i>29</i>
<i>c / Alimentation</i>	<i>30</i>
5) Perspectives d'utilisation des traitements de synchronisation des chaleurs.....	31
6) conclusion générale.....	32

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

-Figure 1 : Vue latérale de l'appareil reproducteur d'une vache

-Figure2 : *col de l'utérus (cervix)*vue latéral**

-Figure 3 : *Croissance folliculaire au cours du cycle oestral chez la vache*

-Figure 4 : *détail de la phase du proœstrus. (ennyer, 2000)*

-Figure 5 : *Protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine F2 α .*

-Figure 6 : *Protocole de synchronisation associant GnRH et prostaglandine F2 α (Ovsynch).*

-Figure 7 : *Protocoles de synchronisation à base de progestagènes. (L'implant Crestar).*

-Figure 8 : *Protocoles de synchronisation à base de progestagènes. (La spirale vaginale PRID).*

LISTE DES TABLEAUX

-Tableaux I: La morphologie du col chez génisses et vache adulte

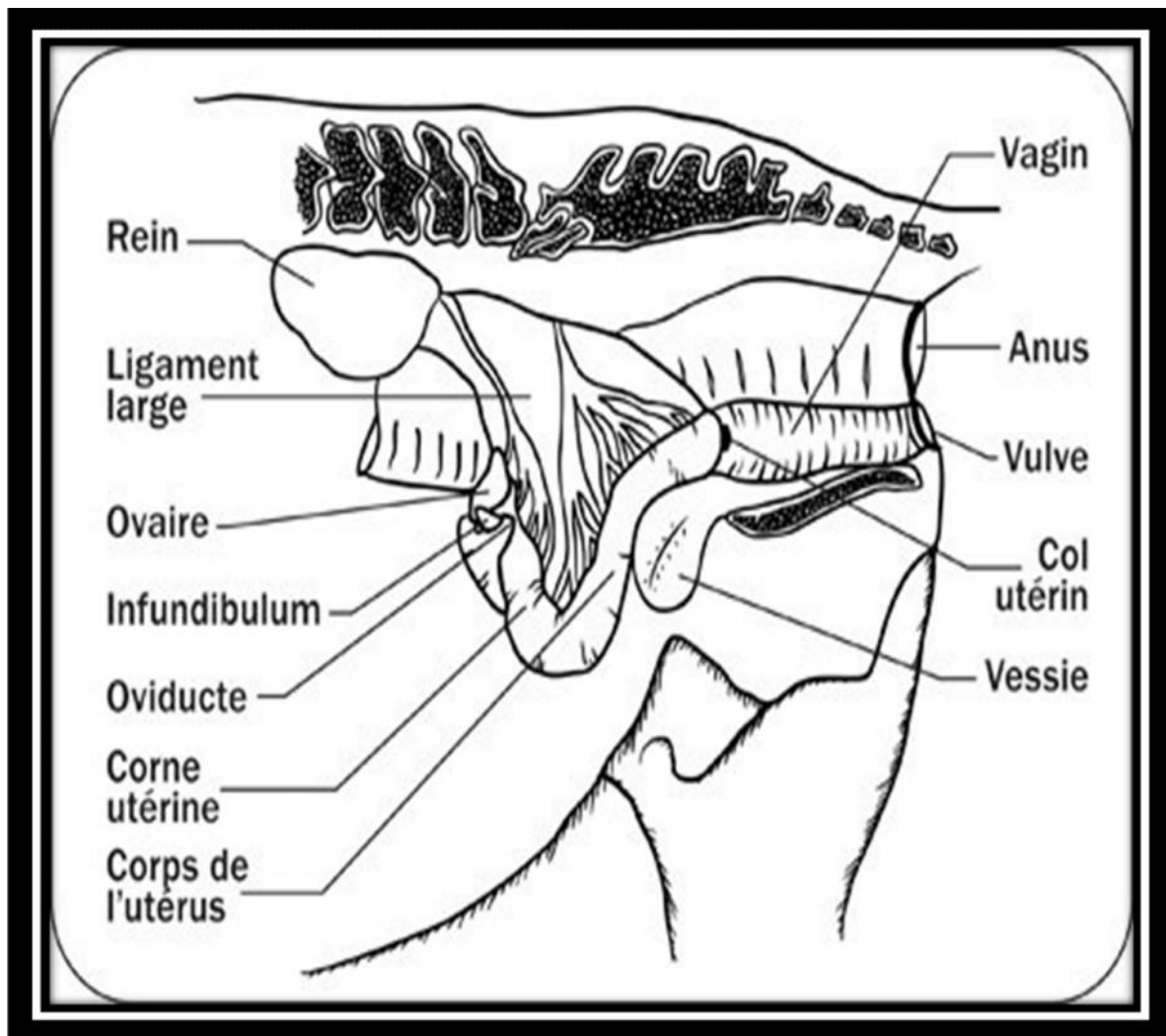
-Tableau II : Durée des différentes phases du cycle sexuel de la vache

CHAPITRE I

RAPPEL ANATOMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

Description des organes : Les organes génitaux sont divisés organes génitaux internes et externes.

Figure 1 : Vue latérale de l'appareil reproducteur d'une vache (ENVL)



1.1) Les organes génitaux externes :

1.1.1) La vulve (vulva) :

-La vulve est formée de deux lèvres. L'endroit où elles se rejoignent se nomme la commissure. La commissure supérieure rejoint le périnée, alors que la commissure inférieure abrite le clitoris **(Kohler, 2004)**.

1.1.2) Le vestibule du vagin (vestibulum) :

-En écartant la vulve, on voit apparaître le vestibule du vagin, d'une longueur d'environ 10 centimètres, qui conduit dans le vagin. Le vestibule se termine à la hauteur de l'orifice de l'urètre (urethra), qui débouche dans le plancher du vagin, et qui sépare les deux secteurs. Lors de l'introduction du pistolet et, il peut arriver que la pointe de celui-ci s'introduise involontairement dans l'urètre. **(Kohler, 2004)**.

-Afin d'éviter cela, on veillera à introduire l'instrument le long du plafond vaginal. Dans les parois du vestibule se trouvent des glandes spéciales qui sécrètent les odeurs sexuelles attractives (phéromones) et les éliminent dans l'urine et le mucus (ceci explique pourquoi le taureau lèche l'urine et renifle les flaques d'urine **(Kohler, 2004)**).

1.1.3) Le vagin (vagina) :

-Le vagin est un tube de 25-30 cm de long qui se trouve dans la cavité pelvienne. A l'avant, le vagin se termine par le col de l'utérus (cervix). Pour des raisons physiologiques, les parois du vagin se touchent, ce qui signifie qu'il n'y a pas de cavité. Le vagin n'est pas non plus étiré au maximum dans le sens de la longueur. C'est pour cette raison qu'il présente parfois des plis. Ceux-ci constituent un obstacle à l'introduction du pistolet. Pour qu'ils disparaissent il suffit de saisir avec la main le col de l'utérus par voie rectale et de le pousser horizontalement vers l'avant. **(Kohler, 2004)**.

1.2) Les organes génitaux internes :

1.2.1) Le col de l'utérus (cervix) :

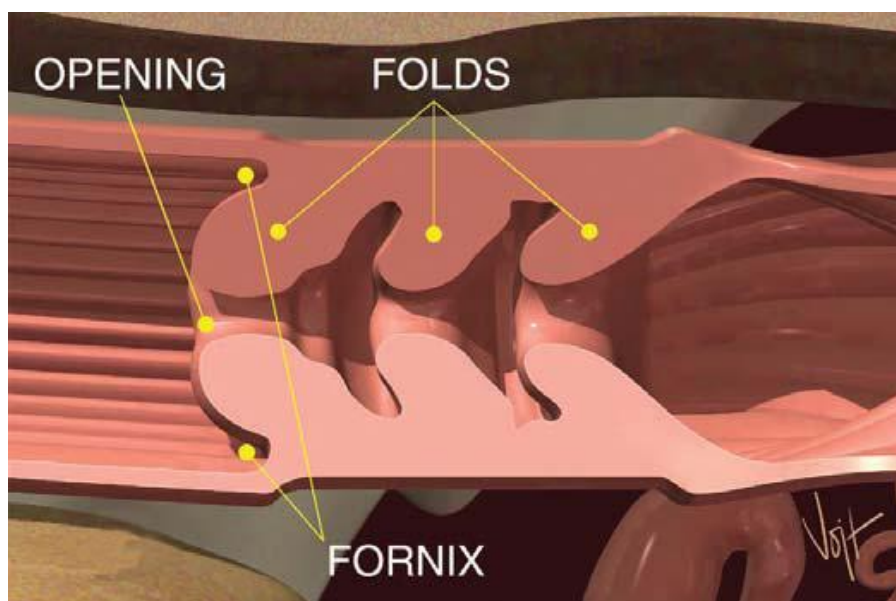


Figure2 : col de l'utérus (cervix)*vue latéral*(Dr nabel)

-Tableaux I: La morphologie du col chez génisses et vache adulte

(BAC Pro CGEA MP 121-A / CGEA Chap 1. Anatomie des appareils génitaux et mamelle)

Génisses:	longueur: 6-7 cm	diamètre: 1-2 cm
Vaches:	longueur: 8-12 cm et plus	diamètre: 2-7 cm

-Le col de l'utérus relie le corps de la matrice avec le vagin. Il se délimite à une extrémité par l'orifice interne de la matrice (côté corps de la matrice) Et à l'autre extrémité par l'orifice externe de la matrice (côté vagin).

-Il présente 3 - 4 anneaux musculaires en forme de spirale (anneaux de Burdi) dirigés vers le vagin. Il n'est pas rare qu'ils gênent l'introduction du pistolet.

1.2.2) La matrice (utérus) : L'utérus se compose du col de l'utérus (cervix), du canal du col de l'utérus (canal cervical), du corps de la matrice et des deux cornes utérines, qui partent du corps de la matrice. Taille et constitution de l'utérus et du col de l'utérus dépendent fortement de l'âge de l'animal (nombre de gestations) et de la phase du cycle sexuel.

Les cornes utérines forment un double conduit tubulaire à l'extrémité du corps de la matrice. Cela donne donc l'impression que le corps de la matrice est plus long qu'en réalité.

1.2.3) Les oviductes :

-Les oviductes se situent en prolongement des cornes utérines. Leur longueur varie de 15 à 25 cm. Leur diamètre est de 1-2 mm. On ne peut donc pas le palper par toucher rectal. A leur extrémité, les oviductes forment le pavillon, sorte d'entonnoir dont la fonction est de recueillir les ovules et de leur permettre le passage vers l'oviducte. **2004, Dr. S. Kohler**

1.2.4) Les ovaires :

-Les deux ovaires se trouvent de chaque côté à une largeur de main de la ligne médiane dans le secteur du plancher pelvien au bord antérieur du ligament large de l'utérus. a leur surface on peut parfois palper des follicules - selon l'état de fonctionnement des ovaires - des corps jaunes (corpus luteum) ((en latin = corpus luteum au singulier ou corpora lutea au pluriel)), des résidus de corps jaunes ou des kystes.

- Les follicules et le pavillon, lequel sert à recueillir l'ovule au moment de l'ovulation, sont constitués de tissus très délicats. Chez les animaux en bonne santé, il est formellement déconseillé de palper les ovaires lors de l'insémination. Par ce geste, l'ovulation et la "descente" de l'ovule expulsé peuvent être considérablement perturbées. L'appréciation de l'état des ovaires suppose une grande expérience. En présence de cycle irrégulier (suspicion de kyste, etc.), l'examen des ovaires est donc du ressort du vétérinaire.

-L'ovaire est constitué par 3 types de tissus :

* L'albuginée : membrane fibreuse qui recouvre l'ovaire

* La zone médullaire : partie centrale (vaisseaux sanguins et nerfs)

* La zone corticale : siège de bourgeonnement cyclique et périodique des follicules. **2004, Dr. S. Kohler**

1.3) Les organes génitaux et leurs fonctions :

Organe :	Fonction :
-Ovaires	-Formation des ovules -Production d'hormones *Hormones des chaleurs (œstrogène) *Hormones de gestation
-Oviducte	-Lieu de la fécondation -Transport des spermatozoïdes et des ovules -Lieu du développement embryonnaire précoce
-Matrice (utérus) *Cornes utérines	*Réception de l'embryon - Nutrition de l'embryon - Nidation de l'embryon - Développement de l'embryon / du fœtus - Formation du placenta maternel - Production d'hormones (prostaglandine)

*Corps de la matrice	*Transport de l'œuf (embryon) et des gamètes
*Col de l'utérus (cervix)	*Transport de l'œuf (embryon) et des gamètes
Orifice de la matrice	*Isolation contre le monde extérieur

-Vagin	*Elimination d'urine *Organe de l'accouplement *Emission d'odeurs sexuelles attractives
-Lèvres (vulve)	*Fermeture du vagin *Protection de l'appareil reproducteur vis-à-vis des influences extérieures

2) CARACTERISTIQUES GENERALES DU CYCLE ŒSTRAL

2.1). Terminologie

-Heape (1900) est le premier à avoir utilisé le terme « œstrus » (adaptation latine du mot grec oistros) pour désigner la période d'acceptation du mâle. Heape a décrit les différentes phases du cycle pendant la période d'activité sexuelle en utilisant le suffixe œstrus et les préfixes pro- met- et di-.

-**Le proœstrus** ainsi défini est la période qui précède **l'œstrus** et qui correspond à la croissance folliculaire terminale, l'œstrus étant la période d'acceptation du mâle, du chevauchement et celle de l'ovulation.

-C'est au cours du **metœstrus** que se forment les corps jaunes à partir des follicules qui ont ovulé.

- **Le diœstrus** est caractérisé par la présence d'un ou plusieurs corps jaunes. En l'absence de fécondation,

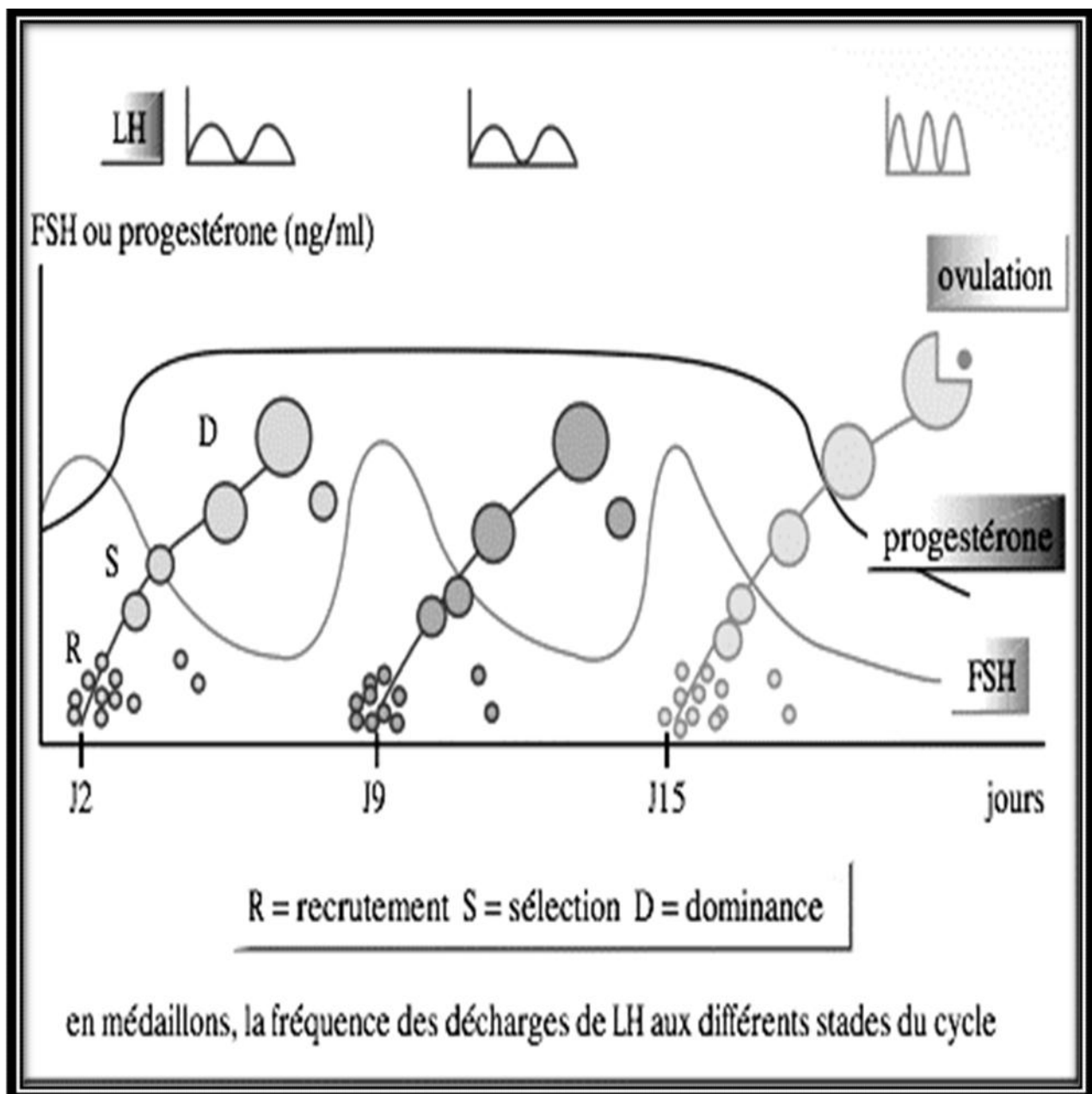
-Le corps jaune régresse, les animaux retournent en **proœstrus** et ainsi débute un nouveau cycle.

-Une autre terminologie est utilisée pour caractériser les différentes phases du cycle. Le cycle ovarien est ainsi divisé en 2 phases :

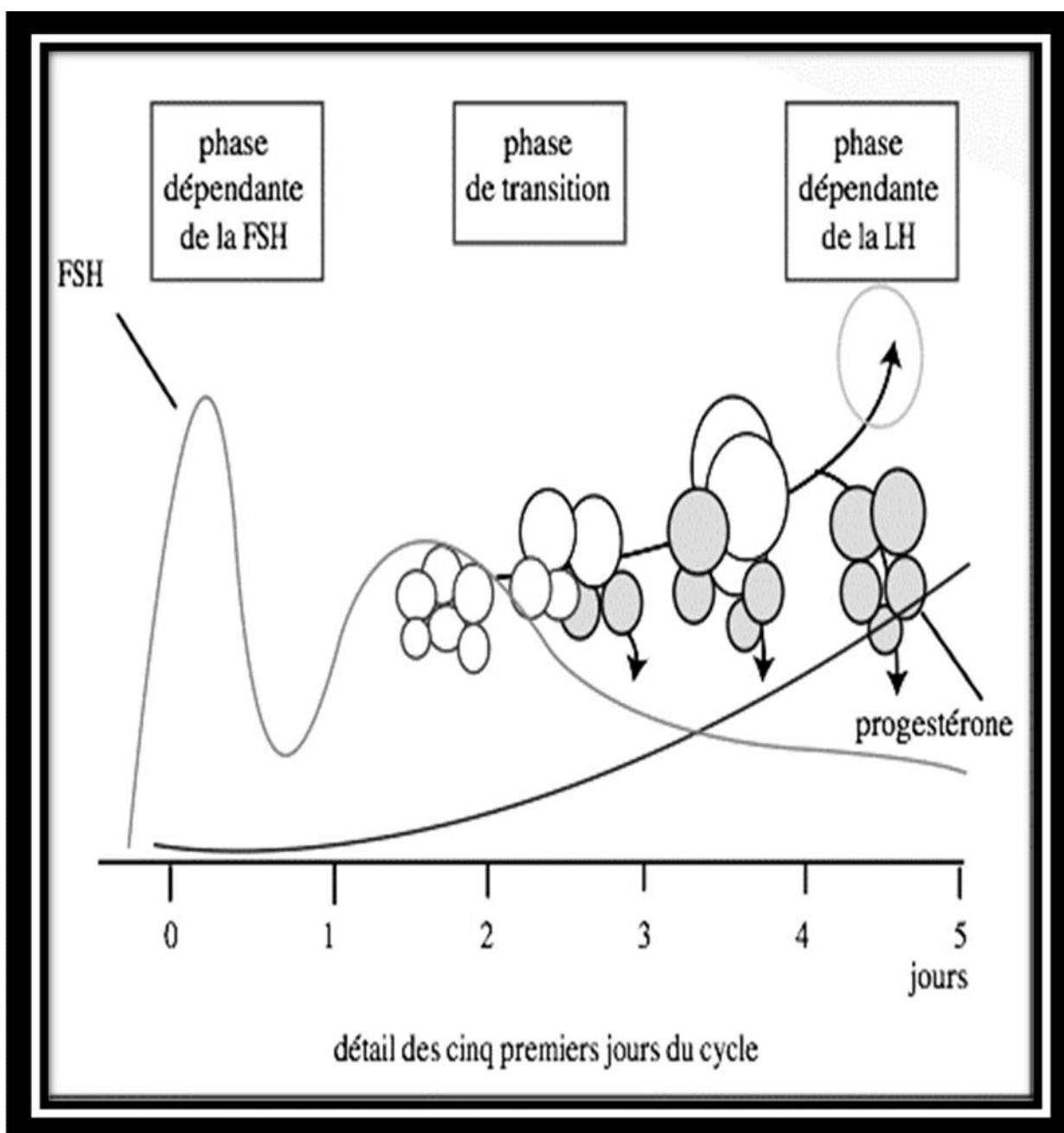
- **Une phase folliculaire** qui correspond à la période qui s'étend de la fin de la croissance folliculaire à l'ovulation (phases de proœstrus et œstrus)

- **Une phase lutéale** qui débute après l'ovulation et s'achève avec la régression du ou des corps jaune (phases de metœstrus et diœstrus). ENV TOULOUSE 2007.

-Figure 3 : Croissance folliculaire au cours du cycle oestral chez la vache (ennyer, 2000)



-Figure 4 : détail de la phase du proœstrus. (ennyer, 2000)



2.2). Durée des différentes phases

-La durée du cycle est à peu près chez la vache, de l'ordre de 21 jours.

-Tableau II : Durée des différentes phases du cycle sexuel de la vache

Dr. S. Kohler 2004,. Anatomie et physiologie.

Espèces	Proœstrus (j)	Œstrus (h)	Metœstrus (j)	Dicœstrus (j)	Durée de cycle (j)
Vache	2-3	12- 18	2	15	21

3) EVENEMENTS ENDOCRINIENS ET CELLULAIRES DU CYCLE ŒSTRAL :

-Le début du cycle (J0) correspond au pic pré ovulatoire de **LH**, hormone gonadotrope hypophysaire, hormone lutéinisante. Ce pic a lieu peu après le début de l'œstrus (10 h après), il dure 6-7 h et déclenche l'ovulation au bout de 24 heures. Il coïncide avec le pic pré ovulatoire de **FSH**, la deuxième hormone gonadotrope hypophysaire, hormone follicule-stimulante. L'ovulation est suivie d'une seconde élévation des concentrations plasmatiques en **FSH**.

-Les sécrétions des hormones gonadotropes hypophysaires sont pulsatiles. Par définition, un pulse est un épisode de libération hormonale dans le sang intense mais bref. On désigne souvent par pulse, le résultat de l'événement du pulse sur les cinétiques hormonales. Un pulse se traduit ainsi par une montée rapide des concentrations sanguines suivie d'une diminution exponentielle liée à la demi-vie de l'hormone. Le pulse ainsi défini a une durée supérieure au temps réel de sécrétion.

-Au début de la phase folliculaire, la fréquence des pulses de **LH** est faible (1 pulse toutes les 3 heures). Elle augmente pour atteindre un pulse d'amplitude faible par heure. Au moment de la décharge pré ovulatoire de **LH**, la fréquence élevée des pulses de **LH** masque le caractère pulsatile des sécrétions. Pendant la phase lutéale, la fréquence des pulses de **LH** est faible (1 pulse toutes les 6 heures) mais les pulses présentent une grande amplitude.

-Les cellules de la thèque interne possèdent des récepteurs à **LH**. Les cellules de la granulosa possèdent des récepteurs à **FSH**. **LH** stimule la production d'androgènes par les cellules de la thèque interne. **FSH** stimule l'activité aromatasase des cellules de la granulosa et donc la synthèse d'œstrogènes. **FSH** induit des récepteurs à **LH** sur les cellules de la granulosa, **LH** stimule la synthèse de progestérone par les cellules de la granulosa.

-Au début de la phase folliculaire du cycle, les concentrations plasmatiques en œstradiol sont faibles (quelques pg/mL). L'augmentation de la production d'œstradiol (multipliée par un facteur de 5 ou 10) résulte de la production accrue d'œstradiol par le follicule qui va ovuler. L'augmentation de la pulsatilité de **LH** est responsable de l'élévation des concentrations d'œstradiol. L'augmentation des taux plasmatiques d'œstradiol induit le comportement d'œstrus et est le signal initiateur de l'ovulation. En effet, lorsque les concentrations plasmatiques en œstradiol ont atteint un certain seuil, l'œstradiol déclenche par rétroaction positive le pic préovulatoire de **LH** et **FSH** qui induit l'ovulation 24 heures plus tard.

- La décharge ovulante de **LH/FSH** induit à la fois la rupture du follicule, l'ovulation et la maturation de l'ovocyte (reprise de la méiose). Pendant cette période, l'imprégnation œstrogénique du tractus génital femelle est favorable au développement des contractions utérines qui jouent un rôle dans le transport des spermatozoïdes dans l'utérus.

-Après l'ovulation, la lutéinisation est une transformation à la fois morphologique et fonctionnelle du follicule qui a ovulé. Les cellules lutéales dérivées des cellules de la granulosa et des cellules de la thèque synthétisent de la progestérone sous l'influence de **LH** (hormone lutéotrope). **ENV TOULOUSE 2007.**

-La présence d'un corps jaune coïncide donc avec une augmentation importante des sécrétions de progestérone accompagnée de l'inhibition des sécrétions d'oestradiol. L'évolution du taux plasmatique de progestérone reflète les étapes de croissance, maintien et régression du corps jaune. **ENV TOULOUSE 2007.**

La progestérone par rétroaction négative inhibe les sécrétions de **LH**. La dominance des sécrétions de progestérone pendant la phase lutéale induit une inhibition des contractions utérines et favorise l'implantation de l'œuf. L'action hyperthermisante de la progestérone alterne avec l'action hypothermisante des œstrogènes et explique l'aspect bi phasique de la courbe de température. **ENV TOULOUSE 2007.**

4) Régulation hormonale du cycle œstral :

-Après l'œstrus, au cours du metœstrus, on observe le développement du corps jaune et l'augmentation de **la progestérone**. La concentration en **œstradiol** diminue au cours des 48 premières heures suivant l'œstrus. Il en résulte une augmentation progressive de la **FSH** responsable du développement de follicules de diamètre supérieur à 4 mm au cours de la première vague de croissance folliculaire. **ENV TOULOUSE 2007.**

-Ces follicules en croissance synthétisent de **l'œstradiol** mais aussi de l'inhibine. L'action conjointe de ces deux hormones se traduit par une réduction de la synthèse de **FSH** et est responsable de la sélection progressive d'un follicule dominant, l'excédent de follicules s'atrépient. **ENV TOULOUSE 2007.**

-La phase finale de la période de dominance se traduit notamment par une augmentation très nette des **œstrogènes** que le follicule soit (première vague) ou non (deuxième vague) sous imprégnation progestéronique.

- Cependant si le follicule dominant se trouve en période d'imprégnation progestéronique maximale (phase diœstrale), cette synthèse **d'œstradiol** ne se prolonge pas dans le temps. La dominance prend fin, le Follicule s'atrépient et une nouvelle vague de croissance folliculaire peut apparaître, précédée d'une nouvelle augmentation de **FSH**.

- Les modifications hormonales décrites lors de la première vague se répètent durant la deuxième vague. Une différence essentielle est néanmoins observée. Elle concerne la **prostaglandine F2alpha**. L'imprégnation progestéronique jusqu'ici observée a permis la synthèse de phospholipides par l'endomètre. **ENV TOULOUSE 2007.**

- Les **œstrogènes** sécrétés par les follicules de la deuxième vague, vont stimuler la synthèse des enzymes phospholipase et prostaglandine synthétase responsables de la Synthèse de la **PGF2alpha**. Celle-ci induit la diminution de la concentration en **progestérone** et l'apparition de la phase proœstrale. Le follicule dominant, libéré de l'imprégnation **progestéronique** peut ainsi poursuivre sa croissance sous l'effet de la libération cyclique de la **FSH**. Il en résulte une synthèse maximale **d'œstradiol**, l'apparition d'un œstrus, une libération Cyclique de **LH** et l'ovulation.

ENV TOULOUSE 2007.

CHAPITRE II:

La synchronisation des chaleurs

1) Généralité :

- Les traitements de synchronisation des chaleurs permettent, chez les bovins, de rationaliser le travail au moment de la mise à la reproduction.
- Après un traitement hormonal, les animaux sont inséminés sur chaleurs observées ou, mieux, à l'aveugle. Il est donc possible, dans certains cas, de s'affranchir de la détection des chaleurs et d'inséminer tous les animaux synchronisés le même jour. Si la technique est séduisante, le taux de fertilité à l'œstrus induit varie grandement entre les élevages mais aussi au sein d'un même élevage d'un lot à l'autre, d'une année à l'autre (Odde 1990, Diskin *et al* 2001, Thatcher *et al* 2001).
- Une partie de cette variabilité tient au traitement lui-même une bonne connaissance des mécanismes physiologiques expliquant la synchronisation et parfois l'induction des ovulations permet de comprendre en partie les limites des traitements disponibles à l'heure actuelle. (Odde 1990, Diskin *et al* 2001, Thatcher *et al* 2001).

2) L'induction et/ou la synchronisation des chaleurs :

- La manipulation du cycle sexuel a pour objectif d'induire et donc parfois de synchroniser ou à l'inverse d'inhiber l'apparition d'une activité cyclique régulière. On peut y trouver tout à la fois des justifications économiques ou zootechniques. Elle relève de méthodes tout à la fois hormonales et chirurgicales. Assez rarement, il peut se faire que le retour en chaleurs des animaux doive être empêché. C'est le cas par exemple dans les unités d'engraissement (feed-lots) aux Etats-Unis. Cette pratique, interdite en Europe fait le plus souvent appel à l'administration, jusque l'abattage d'une dose orale journalière de 0.4 mg de MGA. L'ovariectomie constitue une méthode alternative. Sa réalisation par voie transvaginale n'est pas dépourvue de risques. Différentes *méthodes d'immunisation* contre la GnRH ou la prostaglandine F2alpha ont également été développées (Odde 1990, Diskin *et al* 2001, Thatcher *et al* 2001).
- Dans la majorité des cas néanmoins, la manipulation pharmacologique du cycle sexuel s'inscrit dans le contexte d'une meilleure rentabilité des élevages laitiers ou viandeux. Divers exemples peuvent en être donnés. La récolte et surtout le transfert d'embryons (TE) ou la production d'embryons in vitro (FIV : Fécondation in vitro) implique, s'il ne s'accompagne pas de la congélation des embryons récoltés, le retour en chaleurs simultané des animaux donneurs et receveurs. La détection des chaleurs revêt une grande importance en reproduction bovine.

- Elle constitue une des méthodes précoces de diagnostic de gestation. Par ailleurs, la détection des chaleurs conditionne l'obtention d'un intervalle normal entre la naissance ou le vêlage et la première insémination et donc l'obtention d'une fécondité normale
- La détection des chaleurs influence directement la fertilité puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'œstrus. Aussi, augmente-t-elle indirectement les frais liés à l'insémination artificielle. Sans doute faut-il y voir la raison de l'utilisation de plus en plus intensive de la saillie naturelle même dans les troupeaux laitiers, pourtant connus pour recourir davantage à l'insémination artificielle. Ainsi en 1995 une enquête réalisée aux USA confirmait que moins de 20 % des troupeaux utilisaient exclusivement l'insémination artificielle. Une telle façon de faire n'est pas dépourvue de risque dont celui d'une régression du progrès génétique et celui lié à l'utilisation de taureaux infertiles. Dans les élevages extensifs (races à viande), la mise en place de protocoles d'induction et de synchronisation des chaleurs présente divers avantages potentiels. Les vaches qui accouchent au début de la période de vêlage donneront des veaux dont le poids au moment du sevrage sera plus élevé. De même, un accouchement plus précoce au cours de la période de vêlage augmentera le temps écoulé entre ce vêlage et le début de la période de reproduction. Il s'ensuivra une fréquence plus élevée d'œstrus et donc une amélioration possible de la fertilité (Odde 1990, Diskin *et al* 2001, Thatcher *et al* 2001).

3) Les méthodes de synchronisation des chaleurs :

3.1) Les moyens zootechniques

Effet mâle :

-Après une période d'isolement des femelles aux pâturages ou en stabulation libre, l'introduction d'un taureau dans un troupeau de vaches provoque une augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pics de LH, donc des ovulations, et augmente l'expression des chaleurs (IZARD et VANDENBERGH, 1982 ; SIGNORET, 1982).

Effet groupe :

-Une mise en lot de génisses entraîne un avancement de la puberté et un groupage des chaleurs (IZARD et VANDENBERGH, 1982).

FLUSHING :

-Chez la vache laitière, l'état d'engraissement avant la mise à la reproduction, a une incidence sur la fertilité. Le flushing consiste à augmenter temporairement le niveau énergétique de la ration, de façon à compenser les effets d'un niveau alimentaire insuffisant ou d'un mauvais état corporel. (GIROU et BROCHART, 1970).

- En pratique, sur des vaches en état d'engraissement insuffisant (note d'état corporel < 2,5) l'apport supplémentaire de 2 à 3 UF par vache et par jour trois semaines avant et trois semaines après l'I.A. permet d'augmenter la fertilité et de réduire la mortalité embryonnaire.

-Ces méthodes zootechniques entraînent l'induction et le groupage des ovulations ou augmentent la fertilité, mais ne permettant pas de synchroniser véritablement les chaleurs (GIROU et BROCHART, 1970).

3.2) Les traitements hormonaux :

-Trois types de traitements hormonaux permettent de synchroniser les chaleurs chez les bovins.

Les traitements à base de prostaglandine F2 α ou de ses analogues (2 injections à 11-14 jours d'intervalle), les traitements associant GnRH et PGF2 α (Ovsynch : GnRH à J0, PGF2 α à J7, GnRH à J9), les traitements à base de progestagènes (dispositif libérant de la progestérone ou du norgestomet associé à un oestrogène et/ou à des PGF2 α et de l'eCG). La prostaglandine F2 α et ses analogues provoquent la lutéolyse et les chaleurs qui suivent la deuxième injection s'étalent sur plusieurs jours ; l'insémination sur chaleurs observées après ce traitement améliore les résultats de fertilité. Les associations GnRH et prostaglandine et progestagène/ oestrogène/eCG agissent à la fois sur la croissance folliculaire et sur la lutéolyse ; les chaleurs qui apparaissent après traitement sont bien groupées et il est possible d'inséminer en aveugle. Compte tenu de leur mécanisme d'action, le premier traitement est réservé aux animaux cyclés alors que les deux traitements GnRH + prostaglandine (Ovsynch) et progestagènes peuvent être utilisés sur des animaux cyclés ou non (anœstrus). La fertilité à l'oestrus induit est variable, de 20 à 70 % sur de grands lots d'animaux. *B.GRIMARD et al*

Certains facteurs de variation sont connus mais non maîtrisables dans la pratique au moment de la mise à la reproduction (jour du cycle au moment du traitement, cyclicité avant traitement, rang de vêlage, conditions de vêlage, note d'état corporel...).

- D'autres peuvent être utilisés pour améliorer la fertilité des animaux à risque (allonger l'intervalle vêlage-traitement, pratiquer un flushing, séparer temporairement le veau). Ainsi, une bonne connaissance des mécanismes physiologiques expliquant l'effet de chaque traitement, une évaluation des facteurs de risque présentés par les animaux à synchroniser et l'application de mesures correctrices devraient permettre d'adapter les traitements aux situations rencontrées (cyclées, anœstrus, subœstrus, troupeau laitier ou allaitant ...), afin d'améliorer la fertilité et de réduire la variabilité de la réponse au traitement *B.GRIMARD et al.*

3.2.1) Les prostaglandines F2 α :

-L'effet lutéolytique de la prostaglandine F2 α est connu depuis 1972/1973 (Lauderdale *et al*, 1974). La PGF2 α administrée entre J5 et J17 du cycle sexuel provoque la régression du Corps jaune.

- La fréquence des pulses de LH augmente alors, provoquant une élévation significative de la sécrétion d'oestradiol par le follicule dominant, l'apparition de l'oestrus et l'ovulation. Malgré la lutéolyse rapide (24 heures), l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable et dépend du stade de croissance du follicule au moment du traitement. *B.GRIMARD et al*

-Les animaux qui possèdent un follicule dominant au moment de l'injection présentent des chaleurs dans les 2 à 3 jours. Si l'injection a lieu pendant la phase de recrutement, le follicule dominant se forme en 2 à 4 jours et l'intervalle entre l'injection et l'oestrus est plus long et plus variable. La prostaglandine F2 α ou ses analogues n'étant efficaces qu'entre J5 et J17, seuls 60 % des individus d'un lot d'animaux cyclés sont susceptibles de répondre correctement à une injection. Aussi les protocoles de synchronisation conseillés comprennent-ils 2 injections à 11-14 jours d'intervalle, toutes les femelles étant alors en phase de dioestrus au moment de la deuxième injection. *B.GRIMARD et al*

-La plupart des animaux expriment des chaleurs entre 48 et 96 h après l'arrêt du traitement et peuvent être inséminés à l'aveugle à 72 et 96 h .Cependant, la synchronisation n'est pas optimale. Le pourcentage de vaches en œstrus dans les 5 à 7 jours varie de 38 à 97 % (Mc Intosh *et al* 1984, Odde 1990, Laverdière 1994). Pour Mialot *et al* (1998a) par exemple, seules 60 % des vaches laitières inséminées 72 et 96 h après 2 injections de PGF2 α à 11 jours d'intervalle présentaient une progestéronémie compatible avec la phase œstrale au moment des inséminations artificielles (IA). *B.GRIMARD et al.*

-En effet, si les $\text{PGF2}\alpha$ agissent sur la durée de vie du corps jaune, elles n'ont pas d'effet direct sur la croissance folliculaire. Au moment de la lutéolyse, le follicule dominant présent sur l'ovaire n'est pas à un stade précis de développement, ce qui explique l'étalement des chaleurs après traitement (Mialot *et al* 1999, Driancourt 2001). Ceci explique que la fertilité soit généralement meilleure après insémination sur chaleurs observées que lors d'insémination systématique *B.GRIMARD et al.*

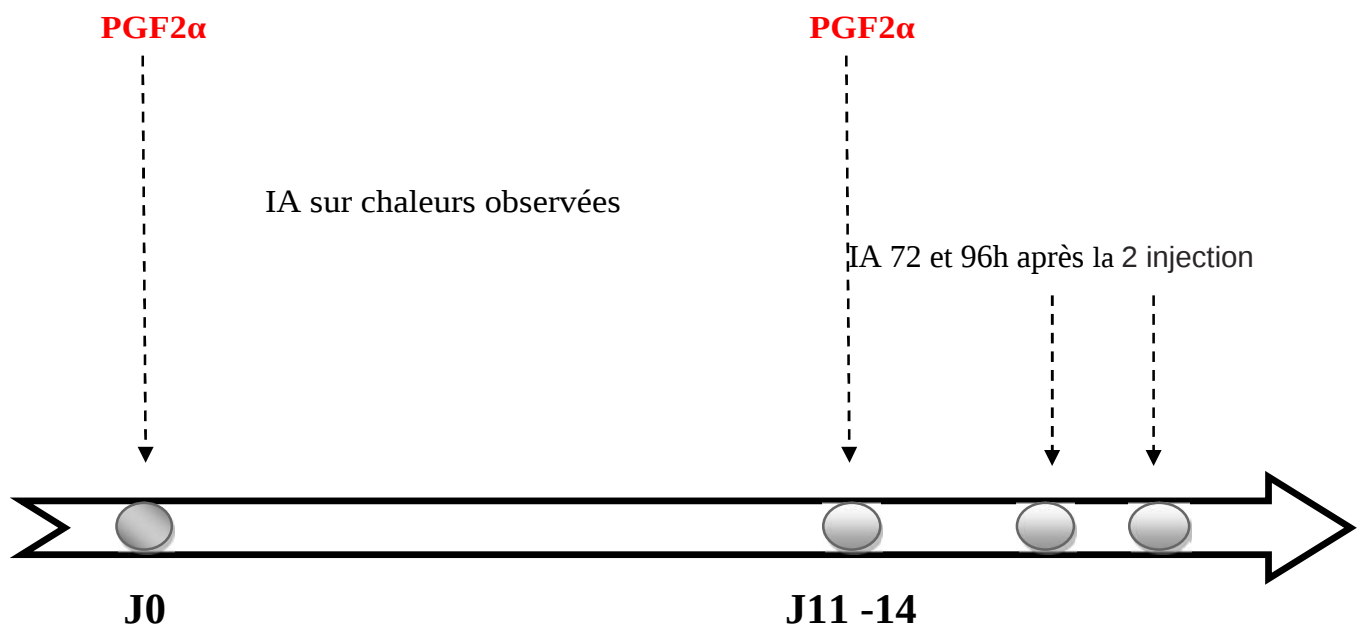


Figure 5 : *Protocole de synchronisation des chaleurs à base de prostaglandine $\text{F2}\alpha$.*

-Les chaleurs observées après la première injection de $\text{PGF2}\alpha$. Si l'animal n'est pas venu en chaleur, la deuxième injection est réalisée et l'animal inséminé sur chaleurs observées ou de façon systématique 72 et 96 h après la deuxième injection s'il n'est de nouveau pas vu en chaleurs. Ceci permet de réduire le coût du traitement et des inséminations *B.GRIMARD et al.*

-conclusion : *Le traitement à base de prostaglandine $\text{F2}\alpha$, le moins coûteux de tous, est à réserver aux vaches cyclées des élevages où les chaleurs sont bien détectées.*

3.2.2 / Les associations GnRH/ PGF2 α :

- L'idée de synchroniser la folliculogénèse avant l'administration de PGF2 α a amené à utiliser la GnRH. Le protocole, maintenant classique, est le suivant : injection de GnRH à J0, PGF2 α 7 jours plus tard, GnRH 48 h après l'injection de PGF2 α (Twagiramungu *et al* 1994 et 1995, Pursley *et al* 1995).
- En fonction du stade de croissance du follicule dominant, le GnRH provoque soit l'atrésie soit l'ovulation ou la lutéinisation des gros follicules présents dans l'ovaire au moment du traitement et une nouvelle vague de croissance folliculaire émerge dans les 3-4 jours.
- Une injection de PGF2 α pratiquée 7 jours après la première injection de GnRH entraîne la lutéolyse au moment où un follicule dominant est présent et celui-ci devient préovulatoire.
- L'injection de GnRH réalisée 48 h après l'injection de PGF2 α provoque un pic de LH et l'ovulation 24 à 32 h plus tard pour 87 à 100 % des vaches (Pursley *et al* 1995 et 1998, Thatcher *et al* 2001). L'insémination peut être pratiquée entre 12 et 24 h après la seconde injection de GnRH (12-18 h, Chastant-Maillard *et al* 2002 ; 16 h, Diskin *et al* 2001 ; 16-20 h : Pursley *et al* 1997, Cartmill *et al* 2001 ; 16-24 h, Mialot *et al* 2003 ; 16-24 h, Moreira *et al* 2000).

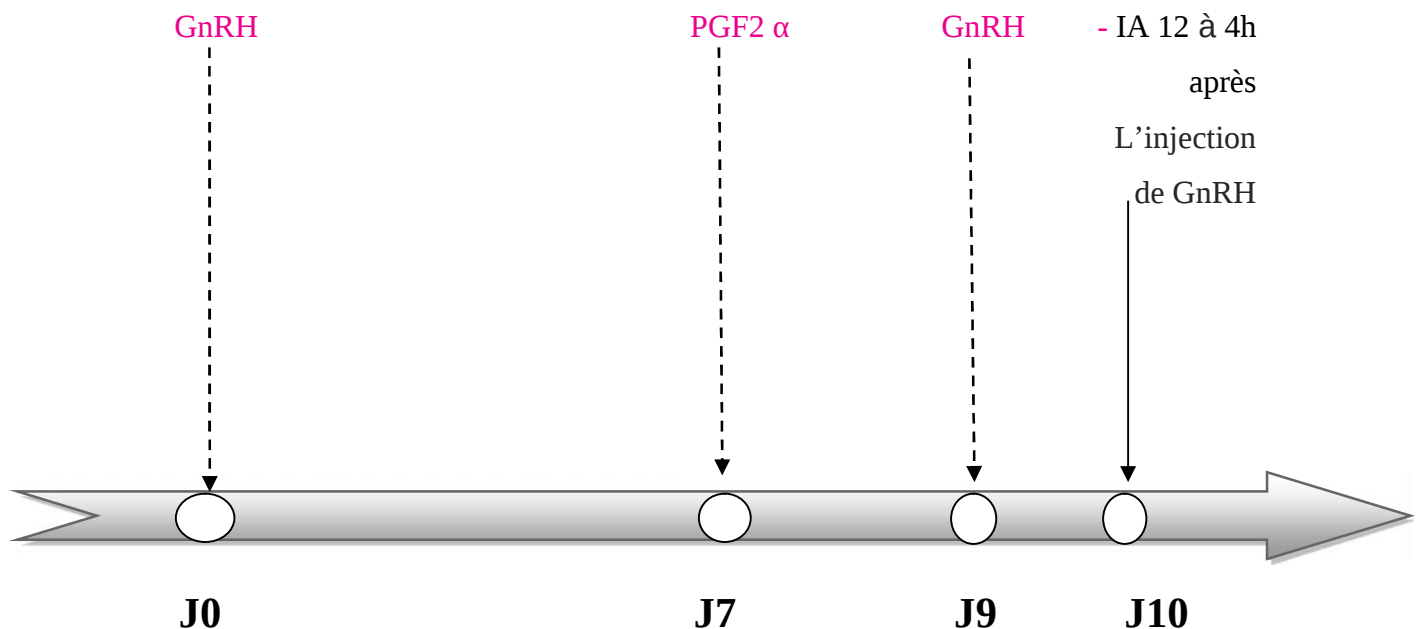


Figure 6 : Protocole de synchronisation associant GnRH et prostaglandine F2 α (Ovsynch).

- La synchronisation des chaleurs est alors meilleure qu'avec les PGF2 α seules et permet l'insémination systématique sans détection des chaleurs (Pursley *et al* 1997a). L'utilisation dans le cadre du traitement du suboestrus en France (Mialot *et al* 1999) a montré que l'expression des chaleurs est faible : seuls 30 % des animaux sont vus en chaleurs lors de l'insémination systématique à J10. De plus, un petit pourcentage d'animaux (15 %) vient en chaleurs en dehors de J10. Il est alors conseillé de les inséminer ou de les ré inséminer sur chaleurs observées.

-conclusion : *L'adjonction de GnRH à un traitement PGF2 α agit sur la croissance folliculaire, ce qui conduit à une meilleure synchronisation et permet l'insémination sans détection des chaleurs.*

3.2.3) Les associations œstrogènes/ progestagènes/eCG ou (PMSG) :

-Deux dispositifs diffusant des progestagènes sont disponibles en France. L'implant Crestar® (Intervet, 3 mg de norgestomet), la spirale vaginale PRID® (Progesterone Intravaginal Device, Ceva, 1,55 g de progestérone).

-Ces dispositifs sont mis en place pendant 9 à 12 jours. Le traitement est complété par l'administration d'un œstrogène en début de traitement (injection de 5 mg de valérate d'œstradiol par voie intramusculaire (IM) dans le cas du Crestar®, capsule contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol associée au dispositif intra vaginal pour le PRID® et d'une surcharge de progestagène dans le cas du Crestar (3 mg de norgestomet par voie IM). L'association œstrogène + progestagène agit à la fois sur la croissance folliculaire et sur la durée de vie du corps jaune (Chupin *et al* 1974, Driancourt 2001).

-Administrés en début de cycle, les œstrogènes ont une activité antilutéotrope, ils provoquent la disparition d'un corps jaune en début de formation qui pourrait persister après le retrait du dispositif et ainsi diminuer le taux de synchronisation des chaleurs (Chupin *et al* 1974, Driancourt 2001).

-Administrés en présence d'un corps jaune fonctionnel, les œstrogènes ont une activité lutéolytique. L'introduction de ces hormones en début de protocole a permis de réduire la durée du traitement progestatif et d'améliorer la fertilité à l'oestrus induit (Diskin *et al* 2001). Cependant, cette activité antilutéotrope et lutéolytique n'est pas efficace à 100 %. Si le traitement commence entre J0 et J4 du cycle, le corps jaune peut persister dans 14 à 85 % des cas.

Ce pourcentage est inférieur à 20 % si le traitement commence entre J5 et J8 (Miksh *et al* 1978, Humblot *et al* 1980, Pratt *et al* 1991, Burns *et al* 1993, Kesler *et al* 1997). De plus, l'activité antilutéotrope semble plus importante avec les fortes concentrations d'œstradiol atteintes grâce aux présentations intramusculaires qu'avec les capsules intravaginales (Gyawu *et al* 1991). C'est pourquoi associer une injection de PGF2α au moment du retrait ou, mieux, 48 h avant le retrait du dispositif peut améliorer la synchronisation des chaleurs et la fertilité des vaches cyclées avant traitement (Chupin *et al* 1977a sur vaches laitières, Mialot *et al* 1998b sur vaches allaitantes). Cet effet améliorateur n'est cependant pas toujours observé (Grimard *et al* 2000 sur vaches allaitantes cyclées).

-L'utilisation des PGF2 α permet de plus de réduire la durée de traitement à 7 jours chez les vaches cyclées (Beggs *et al* 2000, Lucy *et al* 2001, Mialot *et al* 2002).

-L'association œstrogène + progestérone en début de traitement exerce une rétro-action négative et iminue les concentrations circulantes de FSH (effet des œstrogènes) et LH (effet de la progestérone) provoquant l'atrésie du follicule dominant. Ceci permet le redémarrage d'une nouvelle vague de croissance folliculaire 3 à 5 jours plus tard (Bo *et al* 1991,1993, 1994 et 2000, Yelich *et al* 1997, Burke *et al* 2000, Rhodes *et al* 2002).

- Après le retrait du dispositif, les ovulations sont mieux synchronisées et la fertilité est meilleure qu'en l'absence d'œstrogènes (Ryan *et al* 1995). Cette action sur la croissance folliculaire est plus importante avec les fortes concentrations plasmatiques atteintes par les injections d'œstrogènes (15-20 pg/ml avec 0,75 mg de benzoate d'oestradiol IM, 40-60 pg/ml avec 10 mg de benzoate d'oestradiol IM, 40 pg/ml avec 5 mg de valérate d'oestradiol IM) qu'avec les capsules intra-vaginales (2-4 pg/ml avec les capsules de 10 mg de benzoate d'oestradiol, Chupin et Saumande 1981, O'Rourke *et al* 1998, Bo *et al* 2000).

-L'administration chronique de progestérone permet d'augmenter le nombre de récepteurs à LH présents sur le follicule dominant et sa sensibilité au pic de LH qui va précéder l'ovulation (Inskeep *et al* 1988). Cette sensibilité à LH persiste sur le corps jaune après l'ovulation puisque l'imprégnation par la progestérone diminue la fréquence des phases lutéales courtes observées lors d'induction d'ovulation. Chez les vaches en anœstrus post-partum avant traitement (Troxel *et al* 1993, Riviera *et al* 1998).

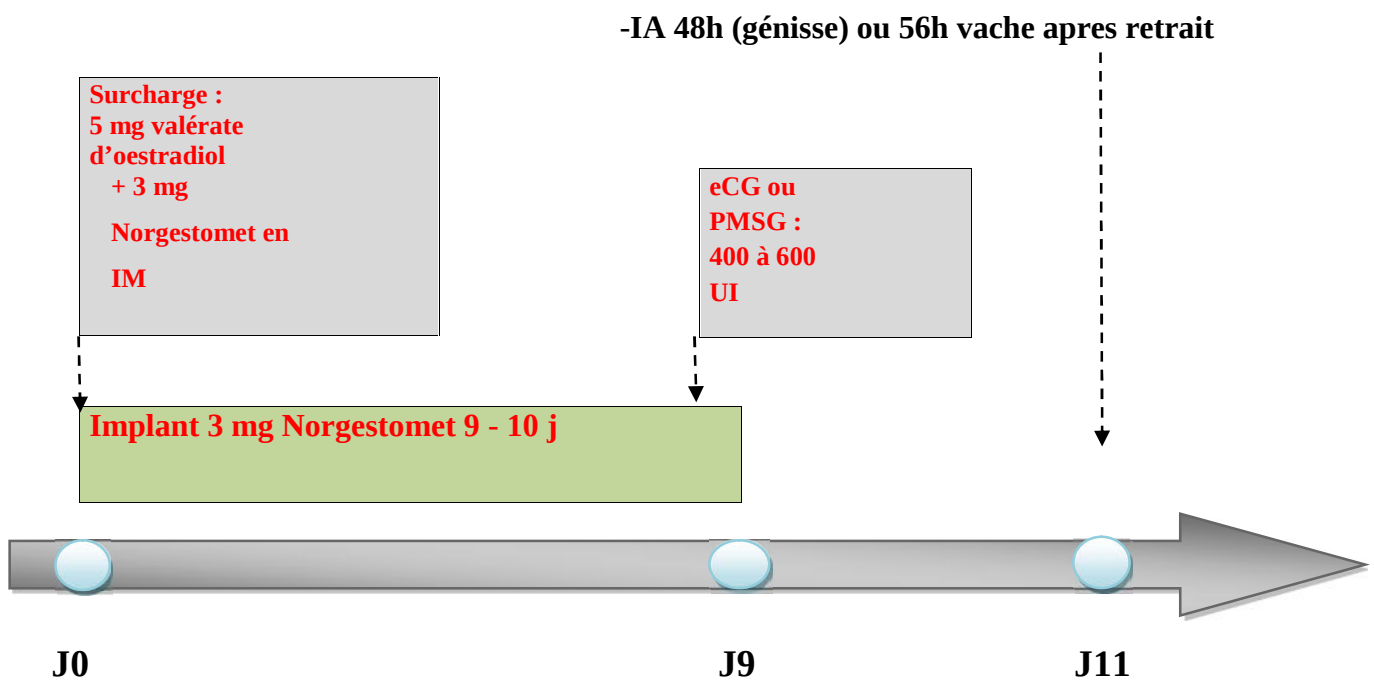
Enfin les œstrogènes favorisent l'absorption vaginale de la progestérone ce qui permet d'atteindre des concentrations élevées en début de traitement avec les spirales vaginales PRID® sans injection supplémentaire de progestérone (Roche et Ireland 1981, Munro 1987).

-Une injection d'eCG (Equine Chorionic Gonadotropin, anciennement PMSG) est conseillée au moment du retrait du dispositif, surtout si les vaches sont en anoestrus avant traitement (400 à 600 UI selon l'âge, le type génétique et la saison). L'effet FSH et LH de l'eCG va soutenir la croissance folliculaire terminale, la production endogène d'œstrogènes et va favoriser l'ovulation (Chupin *et al* 1977b, Petit *et al* 1979, Deletang 1983).

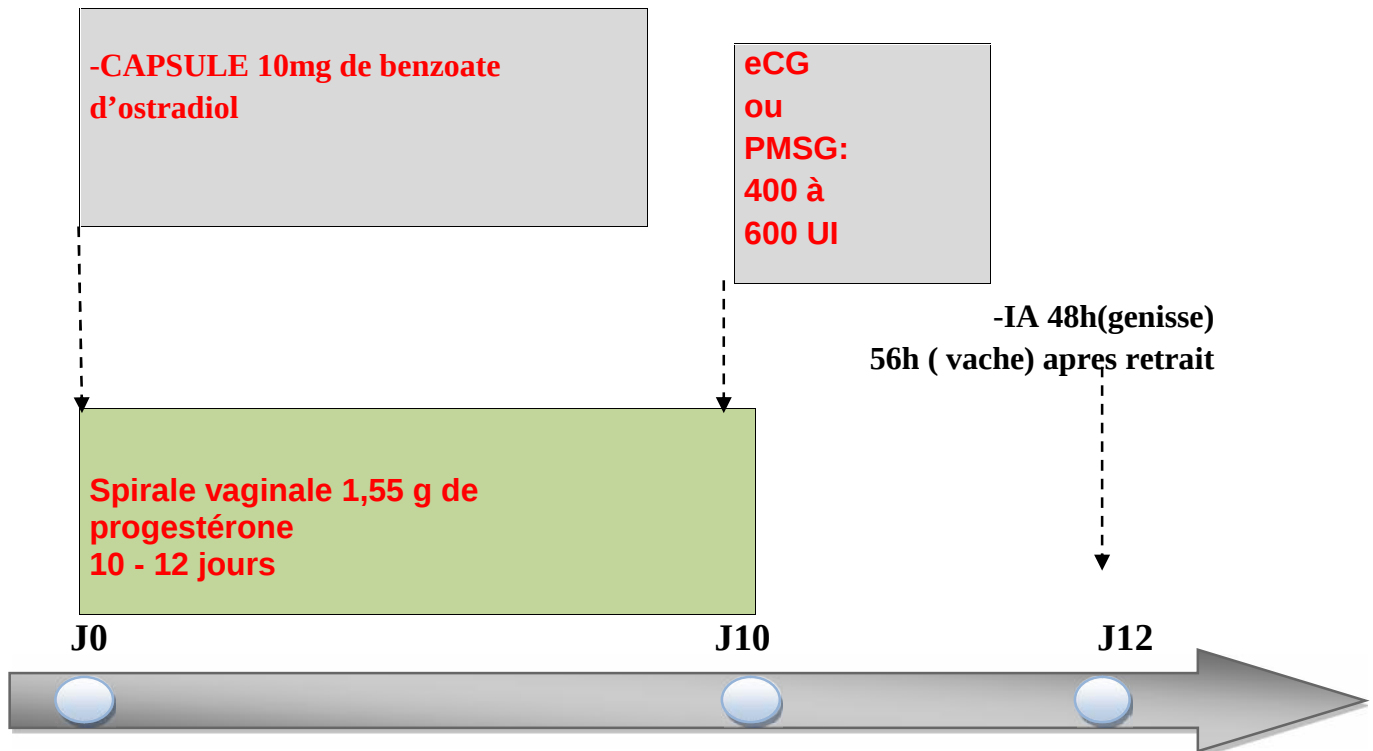
-L'association œstrogènes-progestagènes-eCG ou PMSG est alors susceptible d'induire l'ovulation chez les animaux non cyclés avant traitement. L'injection d'eCG n'est pas indispensable si les animaux sont cyclés avant traitement, comme c'est le cas la plupart du temps chez les génisses et les vaches laitières. Après le traitement de synchronisation, 85 % environ des vaches qui expriment des chaleurs le font entre 36 et 60 heures (Diskin *et al* 2001).

- Il est alors possible d'inséminer en aveugle une fois 56 h après retrait ou deux fois 48 et 72 h après retrait. Chez les génisses, cet intervalle est plus court (Beal *et al* 1984) et moins variable : on conseille de les inséminer une seule fois 48 h après retrait. (Diskin *et al* 2001).

-Les taux de gestation observés sur de grands lots d'animaux vont de 26 à 68 % Le traitement permet d'avancer les vêlages par rapport à des inséminations sur chaleurs observées, que ce soit chez la vache laitière (Drew *et al* 1982 : gain de 15 jours sur l'intervalle vêlage-insémination fécondante) ou allaitante (Grimard *et al* 1997b : intervalle vêlage-vêlage réduit de 43 jours chez les primipares, pas d'effet sur celui des multipares). Le traitement permet aussi d'améliorer le regroupement des vêlages (Grimard *et al* 1997b). En France, le coût des traitements associant œstrogène-progestagène et eCG est intermédiaire entre celui des deux autres.



-Figure 7 : Protocoles de synchronisation à base de progestagènes.(L'implant Crestar) .



-Figure 8 : Protocoles de synchronisation à base de progestagènes. (la spirale vaginale PRID).

Conclusion : C'est l'association d'œstrogènes, de progestagènes et d'eCG/PMSG qui donne les meilleurs résultats lorsqu'une partie des femelles est en anœstrus.

-Les mécanismes d'action des traitements de maîtrise des cycles peuvent être relativement complexes. Les effets sur la croissance folliculaire et la durée de vie du corps jaune vont, de plus, dépendre de la situation physiologique des animaux quand les hormones sont injectées (anœstrus, stade du cycle, stade de la vague de croissance folliculaire, stade de développement du corps jaune).

-Ces variations expliquent la plus ou moins bonne synchronisation des venues en chaleur et, en partie, les écarts de fertilité qui peuvent être observés sur le terrain. Mais des facteurs liés à l'environnement peuvent aussi avoir un effet sur la fertilité à l'œstrus induit, (Chupin et Saumande 1981, O'Rourke *et al* 1998, Bo *et al* 2000).

4 / Facteurs de variation de la fertilité à l'œstrus induit :

4.1 / Stade physiologique de l'animal en début de traitement :

a / Cyclicité avant traitement :

-Les traitements à base de PGF2 α ne sont efficaces que chez les animaux cyclés avant traitement. Chez les animaux en anœstrus vrai, ils seront donc sans effet. Les traitements combinant GnRH et PGF2 α sont susceptibles d'induire les chaleurs chez des vaches non cyclées avant traitement. Si certaines études ne montrent pas de différences de fertilité entre vaches cyclées et vaches en anœstrus avant traitement (Cordoba et Fricke 2001), d'autres montrent que la fertilité est plus faible chez les vaches en anœstrus que chez des vaches cyclées avant traitement. Cette différence peut être supérieure ou égale à 10 points de taux de gestation (49 % vs 59 %, Geary *et al* 1998, n=214 vaches allaitantes ; 53 % vs 66 %, Thatcher *et al* 2001, n=473 vaches allaitantes). Pour Mialot *et al* (2002), le traitement GnRH-PG-GnRH n'induit l'ovulation que pour 45,5 % des vaches allaitantes en anœstrus avant traitement alors que l'ovulation est correctement synchronisée pour 85,0 % des vaches cyclées.

-Le traitement à base de progestagène est le traitement de choix pour induire les chaleurs chez les vaches en anœstrus. Il est alors impératif d'inclure l'injection d'eCG dans le traitement.

-Cependant, certaines vaches non cyclées ne répondent pas au traitement. De plus, la fertilité des ovulations induites est plus faible que la fertilité des ovulation synchronisées (Chupin 1977, Grimard *et al* 1992b).

- La fertilité à l'oestrus induit sera donc plus élevée chez les vaches cyclées avant traitement que chez les vaches en anœstrus, même si les différences observées ne sont pas toujours significatives.

b / Stade du cycle en début de traitement :

-Les PGF2 α ne sont efficaces qu'entre J5 et J17. Lors de l'utilisation de deux injections à 11-14 jours d'intervalle, la deuxième injection sera bien pratiquée pour tous les animaux en phase lutéale.

- quel que soit le stade du cycle en début de traitement. Cependant, la fertilité après la deuxième injection est liée à la progestéronémie avant injection (<5 ng/ml dans le plasma, fertilité 36 % ; >5 ng/ml dans le plasma, fertilité 75 % ; Folman *et al* 1990). Si l'injection est effectuée pendant une période de moindre sensibilité du corps jaune (début de cycle ou corps jaune de fin de cycle déjà en régression) le traitement est moins efficace.

-Ainsi, il n'est pas possible de réduire l'intervalle entre les deux injections sous peine de voir la fertilité diminuer. L'intervalle de 14 jours entre les deux injections permet, chez la vache, d'obtenir de meilleurs résultats que l'intervalle de 11 jours. Il est aussi plus pratique à mettre en œuvre en élevage puisque les injections se font le même jour de la semaine.

-Le traitement associant GnRH et PGF2 α a une efficacité optimale s'il commence lorsqu'un follicule dominant susceptible d'ovuler suite à la première injection de GnRH est présent (par exemple J5 ou J18 du cycle pour une vache présentant deux vagues de croissance folliculaire).

Si le traitement commence au

moment du recrutement des follicules d'une cohorte, le GnRH ne va pas agir sur le développement

du follicule dominant qui va se développer au-delà de J7. Au moment de la deuxième injection de GnRH il sera âgé (plus de 5 jours de dominance) et l'ovocyte qu'il va expulser sera moins fertile. Si la première

injection de GnRH est réalisée en fin de vague de croissance folliculaire, une nouvelle vague est généralement initiée, mais le développement du follicule ne sera pas suffisamment avancé au moment de l'injection de PGF2 α et de la deuxième injection de GnRH. Il sera généralement trop petit pour ovuler et se transformer en corps jaune normal. Pour Thatcher *et al* (2001), les meilleurs résultats de fertilité sont obtenus quand la 1ère injection de GnRH a lieu entre J5 et J12 ou entre J18 et J20. Pour Vasconcelos *et al* (1999), l'utilisation du protocole Ovsynch au début (J1-J4) et à la fin du cycle (J17-J21) chez des vaches laitières donne de plus mauvais résultats qu'entre J5 et J9 du cycle. Pour Moreira *et al* (2000a), le nombre (2-3) et la durée des vagues de croissance folliculaires (7-9 jours) expliqueraient ces variations de l'efficacité du protocole associant GnRH et PGF2 α .

-Lors de l'utilisation de traitement à base de progestagènes, l'initiation du traitement pendant la deuxième partie du cycle (après J11, Brink et Kiracofe 1988 ; après J14, Beal *et al* 1988) a pour conséquence une diminution de la fertilité. Dans ce cas, c'est la durée trop longue de l'imprégnation par les progestagènes qui est mise en cause. En effet, chez les vaches cyclées.

- le progestagène prend le relais du corps jaune naturel mais n'inhibe pas totalement la sécrétion de LH, le follicule dominant devient persistant, ce qui nuit à la fertilité de l'ovocyte expulsé au moment de l'ovulation (Driancourt 2001). Comme nous

l'avons détaillé plus haut, si le traitement commence en début de cycle, l'effet antilutéotrope des oestrogènes peut être insuffisant, le corps jaune naturel peut alors persister après retrait du progestagène.

-Les vaches ne seront pas correctement synchronisées, l'environnement hormonal au moment des inséminations pratiquées à l'aveugle ne sera pas propice à la fécondation. Cet écueil peut être contourné en ajoutant une injection de PGF2 α en fin de traitement. En définitive, lors d'utilisation de traitement de synchronisation à l'aveugle dans un lot, certains animaux ne seront pas au

moment optimal en début de traitement ce qui explique que les résultats de fertilité vont plafonner quel que soit le traitement utilisé.

4.2 / Facteurs de variation liés à l'animal

a / Age :

-Les PGF2 α peuvent être utilisées chez les génisses et chez les vaches pourvu que les femelles soient cyclées avant traitement. Folman *et al* (1990) signalent un effet du rang de lactation sur la fertilité à l'oestrus induit après deux injections de PGF2 α à 14 jours d'intervalle : le taux de gestation est de 58,8 %

en première lactation, 45,8 % en lactation 2 et 3 puis de 28,6 % en lactation 4 ou plus ($P < 0,05$).

-Les traitements associant GnRH et PGF2 α ne sont pas conseillés sur génisses (Pursley *et al* 1997b). Pour Pursley *et al* (1998), les résultats sont meilleurs sur des vaches laitières en deuxième lactation (48 % de fertilité) que sur les primipares (37 %) ou les vaches plus âgées (35 %). Cependant, dans cette étude, l'effet du rang de vêlage n'est significatif que si les IA sont réalisées moins de 100 jours post-partum.

-Les traitements à base de progestagène donnent de bons résultats sur génisses. Dans certaines études effectuées chez des vaches allaitantes, la fertilité est plus élevée chez les multipares que chez les primipares (Chupin 1977, Grimard *et al* 1992b, Ponsart *et al* 1996) ce qui peut sans doute s'expliquer en partie par le taux de cyclicité avant traitement, généralement plus faible en première lactation. En effet, pour Aguer (1981), le taux de gestation des vaches cyclées avant traitement n'est pas affecté par le rang de vêlage.

b / Conditions du vêlage précédent :

-Les effets des conditions de vêlage ont surtout été explorés chez les vaches allaitantes dans le cadre de l'utilisation des traitements à base de progestagènes. L'effet des conditions de vêlage n'a pas été, à notre connaissance, mis en évidence sur la fertilité à l'oestrus induit avec d'autres types de traitement, mais

certains auteurs excluent les animaux ayant eu un vêlage difficile (extraction forcée ou césarienne) des études (Mialot *et al* 1999 et 2002, Lucy *et al* 2001). Lorsque ces effets sont mis en évidence, une assistance au vêlage, même légère (aide facile), est associée à une diminution du taux de gestation par rapport au vêlage sans aide. Mais ce sont surtout l'extraction forcée et la césarienne qui affectent la fertilité (écarts de 15 à 30 points de fertilité entre vêlage sans aide et extraction forcée + césarienne : Rochereau 1994, Humblot *et al* 1996, Ponsart *et al* 1996).

- Cet effet peut s'expliquer en partie par un effet sur le taux d'ovulation après traitement qui est plus faible chez les vaches ayant eu un vêlage difficile que chez les vaches ayant vêlé seules (écarts de 15 à 20

points sur le taux d'ovulation, (Grimard *et al* 1992b, Ribon 1996). Les mécanismes reliant difficulté de vêlage et fertilité à l'oestrus induit sont actuellement inconnus mais il peut exister une relation entre le faible taux d'ovulation et l'infection utérine qui altère la sécrétion de PGF2.

4.3 / Facteurs de variation liés à la conduite d'élevage :

a / Saison/date de vêlage :

En France, dans les systèmes allaitants traditionnels avec vêlage de fin d'automne ou début d'hiver, la fertilité à l'oestrus induit après traitement à base de progestagène est élevée en début de saison, elle baisse en fin d'hiver puis remonte après la mise à l'herbe (Chupin 1977, Pelot *et al* 1977, Aguer 1981, Grimard *et al* 2001). Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer cet effet saison : l'évolution concomitante du pourcentage de vaches cyclées avant traitement, la sous-alimentation en fin d'hiver, le stress lors de la mise à l'herbe, l'influence de la température.

b / Intervalle vêlage-traitement :

Le respect d'un intervalle minimum entre le vêlage et le traitement est une des conditions de réussite chez les vaches. Ceci est très vraisemblablement en rapport avec l'influence bien établie de l'intervalle vêlage-insémination sur la fertilité à la suite d'IA sur oestrus naturel. Pour les traitements à base de PGF2 α il est bien évidemment nécessaire d'attendre que tous les animaux soient cyclés.

-Dans le cas du traitement associant GnRH et PGF2 α , la fertilité à l'oestrus induit est plus élevée si l'intervalle entre le vêlage et l'IA est supérieur à 75 jours que s'il est inférieur (taux de gestation : 36 % pour les vaches inséminées entre 50 et 75 j post-partum, 47 % entre 76 et 100 j post-partum, 43 % à plus de 100 j postpartum, $P < 0,05$; Pursley *et al* 1998).

-Pour les traitements à base de progestagène, l'effet de l'intervalle vêlage-traitement est fréquemment cité (Pelot *et al* 1977, Petit *et al* 1979, Aguer 1981, Grimard *et al* 1992a, Chevallier *et al* 1996, Humblot *et al* 1996). Par exemple, pour Humblot *et al* (1996), la fertilité de vaches allaitantes primipares est de 23,8 % si les animaux sont inséminés moins de 60 jours post-partum, 38,0 % entre 60 et 70 jours, 49,2 % après 70 jours. Ces observations amènent à conseiller de ne commencer les traitements qu'après 60 jours post-partum chez les multipares allaitantes et 70 jours chez les primipares (Grimard *et al* 1996a).

Cet effet de l'intervalle vêlage-traitement va pouvoir être utilisé dans la pratique. En effet, si après examen des animaux il s'avère qu'un grand nombre présentent des facteurs de risque d'infertilité, on pourra retarder la mise en place des traitements. Cette mesure, qui permet aussi d'augmenter le pourcentage de vaches cyclées avant traitement, aura un effet bénéfique sur la fertilité.

c / Alimentation :

-Les effets de la note d'état corporel, du poids vif et de leurs variations entre le vêlage et la mise à la reproduction ont fréquemment été mis en évidence dans les enquêtes épidémiologiques. Expérimentalement, ces effets peuvent être reproduits en modulant le niveau alimentaire des animaux (variation concomitante des apports énergétiques et protéiques), voire en modulant uniquement les apports énergétiques. Dans ce dernier cas, même si les apports protéiques alimentaires restent élevés, les protéines digestibles par le ruminant se trouvent réduites par la carence en énergie.

5) Perspectives d'utilisation des traitements de synchronisation des chaleurs :

-L'utilisation systématique des traitements de synchronisation des chaleurs existe dans les grands troupeaux laitiers à l'étranger (Beggs *et al* 2000, Jemmeson 2000). La comparaison des traitements sur de grands nombres d'animaux montre dans ce cas que les traitements combinant progestagènes-œstrogènes et PGF2α donnent en moyenne de meilleurs résultats que les traitements à base de PGF2α seules (Beggs *et al* 2000), qui sont eux-mêmes plus efficaces que les traitements à base de GnRH et PGF2α (Jemmeson 2000).

- Mais les différences ne vont pas toutes dans le même sens dans tous les élevages. Ceci est probablement dû aux caractéristiques des troupeaux soumis à l'expérimentation. Dans les troupeaux où certaines vaches sont en anoestrus au moment de la mise à la reproduction, les traitements combinants progestagènes- oestrogènes et PGF2α donneront les meilleurs résultats.

-Dans les troupeaux où les animaux sont cyclés mais où la détection des chaleurs est défectueuse, l'association GnRH –PGF 2α-GnRH apportera un plus par rapport à l'utilisation des PGF2α seules. Ainsi, l'identification des problèmes de reproduction rencontrés dans le troupeau va orienter le choix du traitement de synchronisation à mettre en place afin d'en tirer le maximum de bénéfice.

-Dans les pays européens, l'utilisation systématique des traitements de synchronisation n'est pas très répandue même si les troupeaux s'agrandissent. L'utilisation des hormones n'a pas bonne presse et la gestion de l'image « naturelle » de l'élevage des bovins auprès du consommateur freine et freinera probablement cette utilisation dans l'avenir.

-L'utilisation des œstrogènes a été remise en cause (Berg 2001). Sa suppression risquait de diminuer l'efficacité des traitements à base de progestagènes. La suppression de l'injection d'œstrogène en début de traitement entraîne en effet une diminution de la fertilité à l'oestrus induit (Ryan *et al* 1995). Des traitements alternatifs existent. Ils consistent à ajouter une injection de GnRH en début de traitement (atrésie du follicule dominant), une injection de PGF2α en fin de traitement (lyse d'un corps jaune éventuellement présent en fin de traitement)

- et éventuellement, une injection de GnRH juste avant ou au moment de l'insémination systématique pour mieux synchroniser les ovulations. Mais ces modifications entraînent une augmentation du coût du traitement et une baisse de l'efficacité.

6) Conclusion générale :

-Nous disposons actuellement de trois types de traitement de synchronisation des chaleurs. Chacun a ses caractéristiques, son coût. Une bonne connaissance des mécanismes d'action de ces traitements permet d'en comprendre les points forts et les limites. Ils ne sont pas destinés aux mêmes types d'animaux ni aux mêmes élevages.

- Dans les troupeaux où la détection des chaleurs est bonne et où les animaux à synchroniser sont cyclés, on privilégiera l'utilisation des PGF2 α , le traitement le moins coûteux.

Dans les troupeaux de vaches laitières, l'association GnRH et PGF2 α permettra de pallier en partie une détection des chaleurs défectueuse si les vaches sont cyclées, mais le coût est élevé. Mais, si une partie des femelles est en anœstrus, le traitement le plus adapté est celui à base de progestagènes. Ainsi, une analyse des problèmes du troupeau et un examen gynécologique des animaux à synchroniser s'impose si l'on veut utiliser au mieux ces traitements.

-Il existe de nombreux facteurs de variation de la réponse aux traitements de maîtrise des cycles. Au moment de la mise en place du traitement, l'identification des animaux à risque doit permettre d'appliquer des mesures ciblées visant à augmenter la fertilité à l'oestrus induit. Enfin, les attentes des consommateurs doivent être prises en compte. La disparition potentielle de l'œstradiol doit amener à rechercher des alternatives efficaces à moindre coût. Les possibilités actuelles sont coûteuses et freineraient sans doute l'utilisation des traitements de maîtrise des cycles en élevage allaitant. Elles pourraient être réservées à certains types d'animaux (vaches en anœstrus).

BIBLIOGRAPHIE

***Aguer D., 1981. Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. Rec. Med. Vet., 157, 53-60.**

***Aguer D., Pelot J., Chupin D., 1982. Comment utiliser les progestagènes pour rompre l'anoestrus post-partum chez les vaches laitières ou allaitantes. In : Journées ITEBUNCEIA, 19-34. ITEB, Paris.**

***Alnimer M., De Rosa G., Grasso F., Napolitano F., Bordi A., 2002. Effect of climate on the response to three oestrus synchronisation techniques in lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci., 71, 157-168.**

***Beal W.E., Good G.A., Peterson L.A., 1984. Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with synchro-mate B or Norgestomet and alfaprostol. Theriogenology, 22, 59-66.**

***Beal W.E., Chenault J.R., Day M.L., Corah L.R., 1988. Variation in conception rates following synchronization of estrus with melengestrol acetate and prostaglandin F2 . J. Anim. Sci., 66, 599-602.**

***Beggs D.S., Hamblin M.C., Wraight M.D., Macmillan K.L., 2000. Comparison of a whole herd synchrony programme using two prostaglandin injections given 14 days apart with a programme using oestradiol benzoate, progesterone and prostaglandin in seasonal calving dairy herds. In :**

Proceedings of the World Buiatric Congress, [CD Rom],

***Sidney, World Buiatric Society Ed. Berg C., 2001. Contrôle de la reproduction bovine. Quelles sont les alternatives à l'estradiol ? Le Point Vétérinaire, 32, 10-11.**

***Blanchard T., Ferguson J., Love L., Takeda T., Henderson B., Hasler J., Chalupa W., 1990. Effect of dietary crude-protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. Am. Vet. Res., 51, 905-908.**

***Bo G.A., Pierson R.A., Mapletoft R.J., 1991. The effect of oestradiol valerate on follicular dynamics and superovulatory response in cows with synchro-mate-B implants. Theriogenology, 36, 169-183.**

***Bo G.A., Adams G.P., Nasser L.F., Pierson R.A., Mapletoft R.J., 1993. Effect of estradiol valerate on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating gonadotropins in heifers. Theriogenology, 40, 225-239.**

***Bo G.A., Adams G.P., Pierson R.A., Tribulo H.E., Caccia M., Mapletoft R.J., 1994. Follicular wave dynamics after estradiol-17 β treatment of heifers with or without a progestogen implant. Theriogenology, 41, 1555-1569.**

***Bo G.A., Bergfelt D.R., Brogliatti G.M., Pierson R.A., Adams G.P., Mapletoft R.J., 2000. Local versus systemic effects of exogenous estradiol-17 beta on ovarian follicular dynamics in heifers with progestogen implants. Anim. Reprod. Sci., 59, 141-157.**

*** ENV'Toulouse', 2007. Physiologie de la reproduction chez les mammifères**

*** Dr. S. Kohler, 2004. Module Insémination propre exploitation**

***Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2009. Biologie du développement et reproduction.**

***Aguer D, 1981. Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins.**

*** B. GRIMARD et al .Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins.**

*** Odde ,1990. (Diskin et al ,2001.) (Thatcher et al ,2001.)**

***IZARD et VANDENBERGH, 1982. (SIGNORET, 1982.)**

*** Chupin et al, 1974. (Driancourt ,2001.)**

***Diskin et al ,2001.**

*** Miksh et al, 1978. (Humblot et al, 1980.) (Pratt et al ,1991.) (Burns et al ,1993.)**

*** Kesler et al ,1997.**

***(Beggs et al 2000, Lucy et al 2001, Mialot et al 2002).**

*** Gyawu et al, 1991.**

***Chupin D., Pelot J., Petit M., 1980. Maîtrise des cycles chez les vaches allaitantes. Quoi de neuf ? Bulletin technique de l'insémination artificielle, 15, 25-31.**

***Cordoba M.C., Fricke P.M., 2001. Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows managed in grazing- based dairies. J. Dairy Sci., 84, 2700-2708.**

***De Fontaubert Y., 1986. La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins : le point en 1986. Bulletin technique de l'insémination artificielle, 42, 5-12.**

***De Fontaubert Y., Cochaud J., Terqui M., 1989. Synchronisation des chaleurs chez la vache laitière : bilan de l'utilisation du Syncro-Mate B pendant cinq années successives.**

***INRA Prod. Anim., 2, 317-323. Deletang F., 1983. Objectif et réussite de la synchronisation des chaleurs chez la vache laitière et allaitante. In : Synchronisation de l'oestrus chez les femelles domestiques,**

***DoValle E.R., Cruz L.C., Kesler D.J., 1996. Gonadotropinreleasing hormone enhances the calving rate of beef females administred norgestomet and alfaprostol for estrus synchronization. J. Anim. Sci., 75, 897-903.**

***Drew S.B., Wishart D.F., Young I.M., 1979. Fertility of the norgestomet treated suckled cows. Vet. Rec., 104, 523-525.**

***Drew S.B., Gould C.M., Dawson C.M., Altman J.F.B., 1982. Effect of progesterone treatment on the calving-toconception interval in Friesian dairy cows. Vet. Rec., 111, 103-106.**

***Driancourt M.A., 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals implications for manipulation of reproduction. Theriogenology, 55, 1211-1239.**

***Easdon M.P., Chesworth J.M., Aboul-Ela M.B.E., Henderson G.D., 1985. The effect of undernutrition of beef cows on blood hormone and metabolite concentrations post partum. Reprod. Nutr. Develop., 25, 113-126.**

***Elrod C.C., Butler W.R., 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. J. Anim. Sci., 71, 694-701.**

***Fanning M.D., Lunt D.K., Forrest D.W., 1995. Reproductive performance of synchronized beef cows as affected by inhibition of suckling with nose tag or temporary calf removal. Theriogenology, 44, 715-723.**

***Folman Y., Kaim M., Herz Z., Rosenberg M., 1990. Comparison of methods for the synchronization of estrus cycles in dairy cows. 2. Effects of progesterone and parity on conception. J. Dairy Sci., 73, 2817-2825.**

***Geary T.W., Whittier J.C., Downing E.R., LeFever D.G., Silcox R.W., Holland M.D., Nett T.M., Niswender G.D., 1998. Pregnancy rates of postpartum beef cows that were synchronized using Syncro-Mate-B or the Ovsynch protocol. J.Anim. Sci., 76, 1523-1527.**

***Grimard B., Humblot P., Parez V., Mialot J.P., Thibier M., 1992a. Synchronisation de l'oestrus chez la vache Charolaise : Facteurs de variation de la cyclicité prétraitement, du taux d'ovulation après traitement et du taux de fertilité à l'oestrus induit. Elevage et Insémination, 250, 5-17.**

***Grimard B., Humblot P., Thibier M., 1992b. Synchronisation de l'oestrus chez la vache Charolaise : Effets de la parité et de la cyclicité prétraitement sur les taux d'induction et de gestation. Elevage et Insémination, 247, 9-15.**

***Grimard B., Humblot P., Mialot J.P., Sauvant D., Thibier M., 1994. Effects of energy restriction on response to oestrus synchronization treatment in postpartum Charolais suckled beef cows. J. Reprod. Fert., Abstract series, 14, abstract 33.**

***Grimard B., Humblot P., Ponter A.A., Mialot J.P., Sauvant D., Thibier M., 1995. Influence of energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. J. Reprod. Fert., 104, 173-179.**

***Grimard B., Humblot P., Mialot J.P., 1996a. Conditions de réussite de la synchronisation des chaleurs chez les vaches allaitantes. In : Pathologie et Nutrition, Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, 203-210. SNGTV Ed, Paris.**

***Grimard B., Ponter A.A., Ponsart C., Mialot J.P., 1996b. Nutrition énergétique et fécondité chez la vache allaitante au cours du post-partum. Le Point Vétérinaire, 28, 99 -106.**

***Grimard B., Humblot P., Mialot J.P., Jeanguyot N., Sauvant D., Thibier M., 1997 a. Absence of response to oestrus induction and synchronisation treatment is related to lipid mobilization in suckled beef cows. Reprod. Nutr. Dev., 37, 129-140.**

***Grimard B., Leroy C.F., Ponsart C., Bendali F., Khireddine B., Humblot P., 1997b. Effets d'un traitement de maîtrise des cycles sur la date de vêlage, l'intervalle vêlage vêlage et la répartition des vêlages chez la vache allaitante de race Charolaise. Elevage et Insémination, 278, 12-24.**

***Grimard B., Ponter A.A., Rosso V., Wissocq B., Humblot P., 2000. Effect of prostaglandin F2 α injection 48 hours before CRESTAR® implant removal on fertility at induced oestrus in cyclic beef cows bred in winter. 14th International Congress on Animal Reproduction, Stockholm, 2-6 July 2000, Abstracts, Vol 1, 14:38.**