



Institut des Sciences
Vétérinaires-Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Synthèse bibliographique sur les protocoles de synchronisation de
l'œstrus chez l'espèce bovine**

Présenté par
IRATNI Mohammed Yacine
KAOUAR Souleyman

Soutenu le 19 Juin 2017

Devant le jury :

Président(e) :	BELABDI. I	MAA	ISV Blida
Examineur :	SALHI. O	MAA	ISV Blida
Promoteur :	BESBACI. M	MAA	ISV Blida

Année : Année

Introduction

Depuis des années, mais encore d'avantage à l'heure actuelle le marché de la viande bovine traverse une profonde crise en Algérie. Les éleveurs de bovins allaitants (au même titre que les éleveurs de bovins laitiers) s'ils veulent rentabiliser leurs exploitations se doivent de maîtriser au mieux la reproduction, d'une part en avançant les vêlages précocement dans la saison mais aussi en regroupant les vêlages sur une période aussi réduite que possible. Cependant chez les femelles allaitantes, l'existence d'un anoestrus post-partum accroît l'intervalle entre le vêlage et une nouvelle fécondation et provoque une grande dispersion des vêlages du fait de la variabilité d'apparition de la cyclicité. Pour maîtriser cette variabilité de nombreux protocoles de synchronisation et d'induction de l'œstrus à base de molécules comme la progestérone, la GnRH ou les prostaglandines sont déjà couramment utilisés et permettent de regrouper les animaux en lots homogènes.

Les traitements de maîtrise des cycles permettent, chez les bovins, de synchroniser les chaleurs et d'inséminer des groupes d'animaux en aveugle, le même jour. Le travail est ainsi simplifié et les périodes de vêlages peuvent être planifiées. L'intérêt de ces traitements est cependant limité par la variabilité de la fertilité à l'œstrus induit. Une part de cette variabilité est due au mécanisme d'action du traitement lui-même. Une autre dépend de facteurs liés à l'animal ou à l'environnement. La connaissance de ces paramètres devrait permettre d'améliorer les résultats (**Grimard et al ;2003**).

Dans l'environnement climatique de type semi-aride (nordafriquin), les variations saisonnières notables du disponible alimentaire imposent que la mise à la reproduction soit comprise entre janvier et fin juin (**Haddada ;1993. Haddada et al ; 1999**).

C'est pour cela, nous avons choisi de faire une étude sur les traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs utilisées.

A: Hormones utilisées dans le cadre de la synchronisation de l'œstrus:

1. GnRH:

La GnRH est une hormone synthétisée par l'hypothalamus. Elle agit directement sur l'antéhypophyse pour induire une libération transitoire de la LH et de FSH pendant 2 ou 3 heures.

Larécence à son administration dépend du stade de la vague folliculaire au moment du traitement:

- Lors de la phase folliculaire elle stimule la croissance folliculaire.
- Elle provoque "indirectement" l'ovulation.
- Sous imprégnation progestéronique elle permet la lutéinisation des follicules dominants (**Picard ;Hagen et al ;1996 .Gipoulou et al ;2003**).

2. Prostaglandine F2 α et ses analogues:

On distingue la prostaglandine F2 α naturelle et les analogues de synthèse (exemple: le cloprosténol).

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 ya la gestation. Elle à une action luteolytique utilisée dans les traitements de maitrise des cycles et une action utérotonique, en agissant sur les fibres musculaires lisses de l'utérus. Les analogues ont essentiellement un rôle luteolytique (**Gipoulou et al ; 2003**).

Ces deux types d'hormones ont une action luteolytique mais uniquement après les cinquièmes jours de développement du corps jaune lorsque celui-ci est mature.

La baisse du taux de progestérone consécutive à cette luteolyse provoquée fait que l'action rétroaction négative sur la production de GnRH n'est plus exercée, ce la permet l'évolution de la vague folliculaire en cours jusqu'à l'ovulation de la follicule dominant (Ennuyer ;2000).

3. Progestagènes:

Les progestagènes sont des molécules de synthèse apparues dans les années cinquante (**Gipoulou et al ;2003**). Ils ont une activité inhibitrice centrale: Ils exercent un rétrocontrôle négative sur la GnRH ce qui inhibe la sécrétion hypophysaire de la LH et de la FSH. Ainsi une imprégnation progestéronique bloque les chaleurs et l'ovulation, le follicule dominant de la vague en cours devient atrétique en présence de progestérone. La levée de cette inhibition entraine le redémarrage des cycles (**Picard ;Hagen et al ;1996**).

4. Oeestrogènes:

Ils sont utilisés principalement pour leur rôle dans le démarrage d'une nouvelle vague folliculaire et pour leur action luteolytique.

De plus ils améliorent l'absorption vaginales des progestagènes, en créant une vasodilatation locale (**Gipoulou Et Al ;2003**).D'ou intérêt de les associer avec les progestagènes de synchronisation de chaleurs :les dispositifs intravaginaux.

Enfin, les œstrogènes ont une action bénéfique dans la lute de l'œstrus contre les germes. Ils permettraient de limiter les métrites rencontrées suite à la pose des dispositifs intra-vaginaux .Dispositifs perçus par l'organisme comme un corps étranger et qui peuvent engendrer une inflammation voire une injection locale s'ils ne sont pas mis en place de manière stérile.

5. eCG:

L'eCG était autre fois appelée PMSG. Elle est issue du sérum de jument gravide et possède une action à la fois LH et FSH. Elle provoque la croissance folliculaire et elle est utilisée pour stimuler l'activité ovarienne et/ou pour réaliser une superstimulation (**Picard-Hagen et al, 1996**).

6.hCG :

Elle est issue de l'urine de femme enceinte, produite par le chorion. Elle possède une action LH pure et intense.

Une action unique de 1000 à 2500 µl par voie intramusculaire d'hCG 19 jours post-partum, produit un corps jaune dans 40% (**Mialot et al :1999**) ou 75 à 100% des vaches allaitantes (**Garcia-Winter et al ;1991**), mais 75 à 100% des corps jaunes induits ont une durée de vie courte et 67% des cycles courts induits sont suivis d'un retour à l'absence de cyclicité.

A: Protocoles à base de prostaglandine F2a:

Traitement à base de PGF2α seule sont les plus anciens, leur rôle dans la synchronisation de l'œstrus à été décrit et utilisé depuis les années soixante.

Ce sont aussi les plus simples: intervention d'une seule hormone, pas de dispositif à mettre en place.

Ils consistent en une ou plusieurs injections de PGF2α naturelle ou synthétique, nous allons détailler leur mode d'action, leur réalisation pratique et nous verrons par conséquent quels sont leurs avantages mais aussi leurs limites.

1: Mode d'action:

La prostaglandine F2 α a une action luteolytique 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 est définie par la présence d'un corps jaune, la prostaglandine F2 α n'agit donc que sur les animaux cyclés.

On peut alors l'utiliser chez les génisses lorsque leurs poids vif est au moins égal à 60% de leurs poids adulte et chez les vaches sorties de l'œstrus post-partum environ 50 jours après le vêlage chez les vaches laitières, plus long chez les vaches allaitantes.

Pour ces catégories d'animaux le diagnostic de cyclicité est impératif à réaliser avant la prescription de prostaglandine F2 α .(-)

1.1: Effet d'une injection unique de prostaglandine F2 α :

L'injection unique de PGF2 α entraîne les modifications physiologiques et comportementales suivantes :

- Une réduction de la synthèse de progestérone au bout d'une à deux heures et le retour à une progestéronémie basale en 24 heures.
- La régression anatomique du corps jaune en deux à trois jours.
- La croissance terminale d'un nouveau follicule.
- L'augmentation des œstrogènes dans les deux à trois jours après l'injection.
- L'apparition d'un œstrus dans les 72 heures (de 60 à 120 heures).(**Hanzen et al; 2003**)

Ces modifications sont identiques à celles qui suivent la luteolyse naturelle.

Mais ces effets ne sont observables qu'après 5j et encore pas de manière systématique: dans respectivement 25 à 66% des cas si l'injection est réalisée à j6 ou j7 (**Hanzen et al ; 2003**).

En moyenne, seules 43,4 à 68% des vaches recevant une seule injection de prostaglandine F2 α manifestent des chaleurs (**Mialot et al ; 1999**).

De plus l'injection unique de prostaglandine F2 α se traduit par un délai variable de retour en chaleur donc, par une dispersion plus ou moins grande des œstrus induit. Sur 83 vaches, 3 sont venues en chaleurs à j+2 après injection, 9 à j+3, 10 à j+4, 8 à j+5 et 6 de j+6 à j+10 (**Mialot et al ;1999**). (Figure;01)

La variation du délai de retour en chaleurs dépend du stade du cycle au moment de l'injection. Si l'injection est réalisée en début de vague folliculaire, le délai de retour en chaleurs est de 4 à 5 jours. Si l'injection est réalisée en milieu de vague folliculaire le délai de retour en chaleurs est de 2 à 3 jours (**Ennuyer; 2000**).

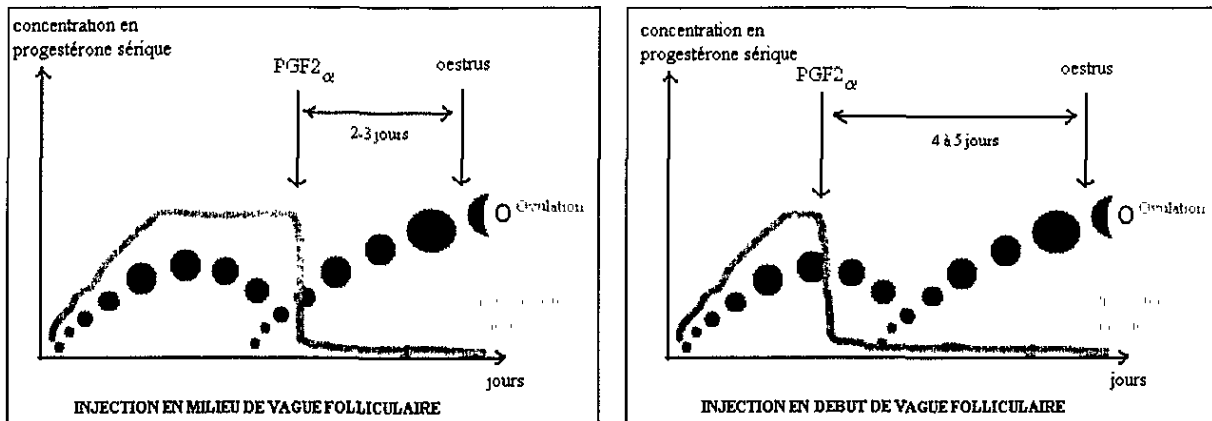


Figure01:variation du délai d'apparition de l'œstrus après induction de la luteolyse par une injection de prostaglandine F2 α en fonction de stade de la vague folliculaire au moment d'injection (Ennuyer ;2000).

Chez la génisse ce délai est moins variable, car les vagues folliculaires sont plus courtes " cycle à trois vagues la plupart du temps".

Si on souhaite se limiter à une seule injection de prostaglandine F2 α , il est nécessaire de diagnostiquer la présence d'un corps jaune avant par palpation ou échographie transrectale ou par dosage de progestérone plasmatique, car seuls 60% des animaux d'un lot cyclé répondront correctement à cette injection" ce sont les animaux en phase lutéale à ce moment. (Grimard et al ;2003).

Si l'on souhaite agir sur tous les animaux une deuxième injection de prostaglandine F2 α est nécessaire.

1.2:Effet d'une double injection de prostaglandine F2 α :

Le traitement des animaux au moyen d'une double injection de prostaglandine F2 α contribue à augmenter le pourcentage de synchronisation. La dispersion de la venue en chaleurs est beaucoup moins marquée suite à deux injections. Si l'on reprend l'étude de (Mialot et Collabprateurs ;1999). nous avons vu que les chaleurs suite à une seule injection s'étaient sur 4 jours pour la plupart des animaux, mais sur 9 jours en tout " de j+2 à j+10" après une deuxième injection "13jours après le première", 21 vaches sur 43 sont observées en chaleurs à j+17 3 vaches dans les deux jours précédents et une seul le lendemain.

Le choix de l'intervalle entre les deux injections n'est pas anodin. Il doit permettre qu'au moins une des deux injections soit réalisée pendant la phase lutéale (Hanzen et al ;2003).

Au vu des connaissances sur la dynamique de croissance folliculaire "souvent deux vagues pour les vaches et trois pour les génisses"(Ennuyer ; 2000), un intervalle de 14 jours pour les

vaches et de 11 jours pour les génisses est habituellement conseillé (**Grimard et al ; 2000; Hanzen et al ; 2003**).

L'avantage de l'intervalle de 14 jours est qu'il est facile à mettre en œuvre: les deux injections tombent le même jour à deux semaines d'écart.

2:Réalisation pratique:

2:1: un ou deux injections à 11-14 jours d'intervalle protocole le plus répandé:

a: Description:

Le protocole le plus utilisé est le suivant:

Une première injection de prostaglandine F2 α est réalisée puis on les animaux sur chaleurs observées.(**Figure ;02 et 04**).

Pour les animaux qui ne sont pas venue en chaleur après cette première injection, on réalise une deuxième injection de prostaglandine F2a 11 " cas des génisses" ou 14 " cas des vaches" jours après la première.(**Figure ;03et 05**).

(1) Génisses:

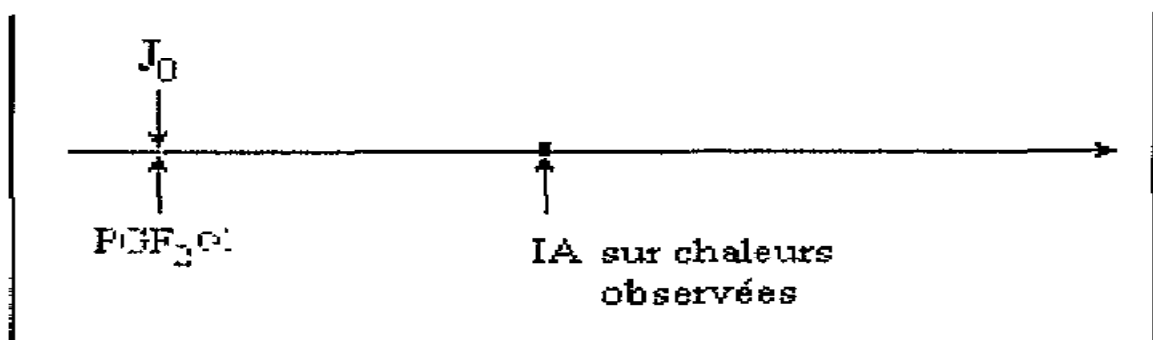


Figure02: protocole à base de prostaglandine F2 α chez les génisses vues en chaleurs après la première injection de PGF2 α .(**Ennuyer et al ;2000**).

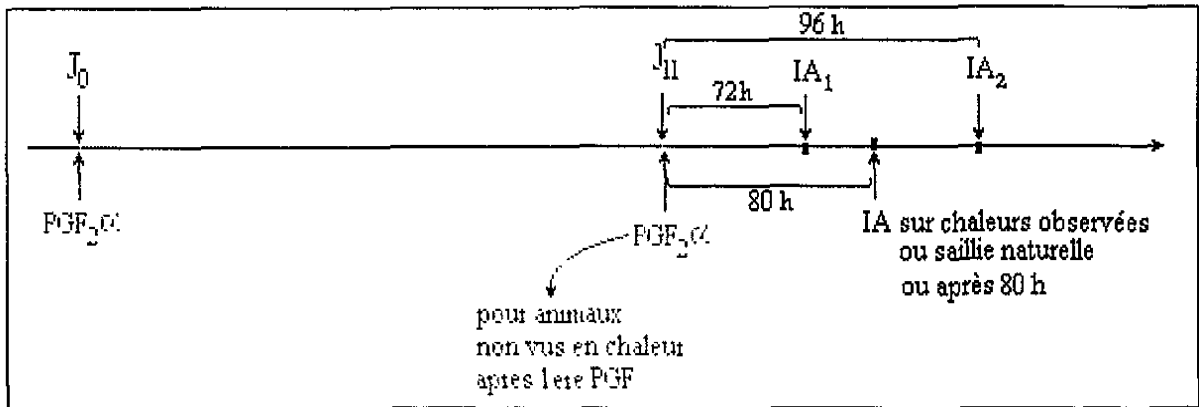


Figure03:protocole à base de prostaglandine F2α chez les génisses non vues en chaleurs après la première injection de PGF2α. (Gimard et al ;2000 ;Hanzen et al ;2003).

(2) vaches

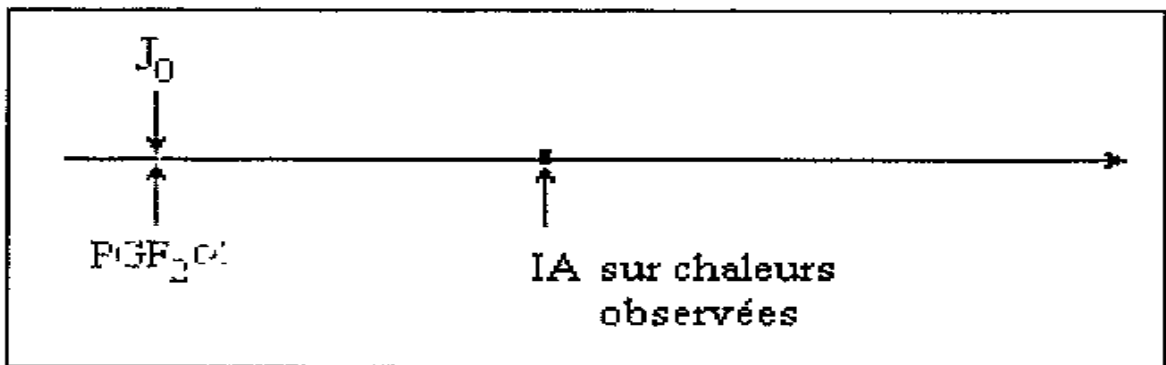


Figure04:protocole à base de prostaglandine F2α chez les vaches vues en chaleurs après la première injection de PGF2α.(Ennuyer et al ;2000).

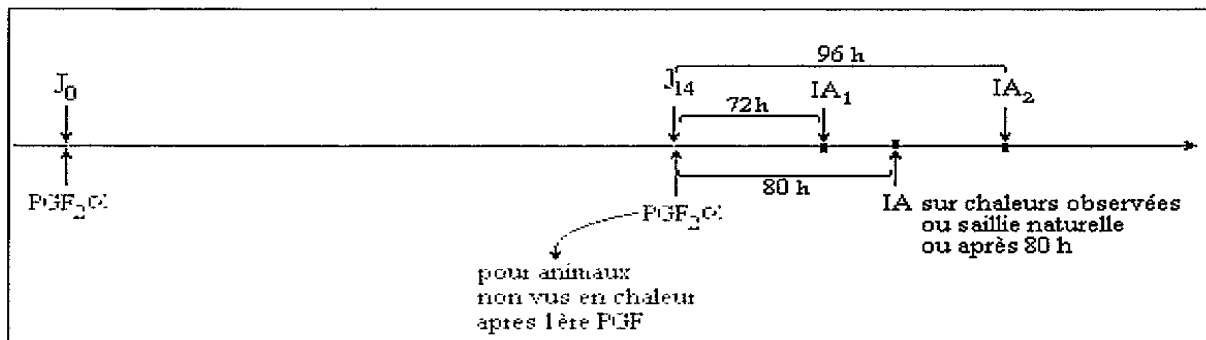


Figure05:protocole à base de prostaglandine F2α chez les vaches non vues en chaleurs après la première injection de PGF2α.(Grimard et al ;2000, Hanzen et al ;2003).

b: posologie de la prostaglandine F2 α :

La posologie de prostaglandine F2 α naturelle (**DINOLYTIC®** OU **ENZAPROST®**) est classiquement 25mg.

Afin de réduire le cout d'une telle injection et donc de systématiser son utilisation dans les pays en voies de développement " **Garcia-Winder et Gallegos-Sanchez, 1991**". Ont comparé l'efficacité de la posologie classique (25mg) par rapport à 17,5 ou 10 mg chez 98 vaches laitières cyclées, seulement 59,3% des vaches ayant reçu 10mg de prostaglandine F2 α naturelle ont été vues en chaleurs contre 72,7 à 78,7 des vaches ayant reçu respectivement 17,5 à 25mg, (p0,05).

Ils n'ont pas observé de différence signification (p<0,05) concernant le taux de gestation suite à l'œstrus induit (40; 66,6 et 50% pour respectivement 25 ; 17,5 et 10mg)

Les autres concluent à une réduction possible de la posologie de la prostaglandine F2 α naturelle de 25 à 17,5mg. La posologie de 10mg n'est pas recommandée car elle s'accompagne d'une diminution du taux d'œstrus.**(Tableau 01)**.

Tableau 01: influence de la dose de prostaglandine F2 α injectée sur le taux d'œstrus et sur le taux de gestation suite à l'œstrus induit (p+0.05) chez 98 vaches Holstein cyclées (**Garcia-Winder et Gallegos-Sanchez; 1991**).

Dose de PGF2 α injectée (mg)	N	Taux d'œstrus (%)	Taux de gestation suite à l'œstrus induit (%)
25	33	78.7	40
17.5	33	72.7	66.6
10	32	59.3	50

La posologie des analogues de synthèse dépend de la molécule utilisée: 8mg pour l'alfaprostol (**ALFABENDYL®**) ; 500ug pour le cloprostend (**ESTRUMATE®**)

et (**UNIANDINE®**) ; 15mg pour l'étiproston (**PROSTAVET®**) .

3: Récapitulatif:

a: Avantage:

La prostaglandine F2 α est utilisable chez les génisses comme chez les vaches et en élevage laitier comme en élevage allaitant. Elle est peu coûteuse.Son utilisation est simple: 2 injections intramusculaires.

De plus un grand nombre d'analogues de la prostaglandine F2 α , sont disponible sur le marché. Plusieurs auteurs ont comparé l'efficacité de ces différentes molécules et les résultats sont variables.

- Pour **Laverdiere et collaborateurs (1994)**, le clorosténoïl (ex: ESTRUMATE®), possède un plus grand potentiel de synchronisation que le fenprostalène.
- Pour **Martinez et Thibier (1984)**, le fenprostalène et la prostaglandine F2 α naturelle (ex: DINOLYTIC®) ont une efficacité similaire pour induire l'œstrus chez les vaches en anœstrus post-partum ou post-insémination.

Rappelons qu'il est préférable, après utilisation d'inséminer sur chaleurs observées et non à heure fixe.

b: Limite d'utilisation:

La prostaglandine f2 α et ses analogues sont à réserveres aux animaux cyclés au moment du traitement et elles nécessitent une surveillance accrue des animaux des les jours suivant le traitement afin de détecter les chaleurs et d'inséminer sur chaleurs observées.

B: Protocoles à base de progestagènes:

L'apport de progestagènes peut se faire par voie orale ou par le biais de dispositif, relarguant progressivement des progestagènes.

Par rapport aux protocoles à base de prostaglandine F2 α , les traitements à base de progestérone apparaissent plus complexes. D'une part ils consistent en la mise en place puis le retrait d'un dispositif. D'autre part ils sont complétés par une ou plusieurs injections afin d'améliorer leurs résultats en termes de synchronisation. Les injections qui peuvent les compléter sont: les œstrogènes (benzoate ou valérate d'œstradiol), la GnRH, la prostaglandine F2 α et l'eCG.

Nous allons d'abord décrire ces différents composants et leur mode d'action puis nous étudierons l'efficacité de ces différentes combinaisons.

1:Description et mode d'action:

1:1: Différents dispositifs relarguant les progestagènes:

Il existe deux sortes: les spirales vaginales et les implants sous-cutanés.

a:Spirale vaginale:

La progestérone est administrée par voie vaginale au moyen d'une spirale appelée **PRID®**, cette lame métallique spiralée de 30 cm de longueur et de 3,2 cm de largeur est recouverte

de silastic, un élastomère siliconé inerte imprégné de 1,55g de progestérone. L'épaisseur finale de la spirale est de 3 mm.

Depuis 2004 deux spirales sont commercialisées le **PRID®** ne contient que de la progestérone et le **PRIDOESTROL®** qui contient en plus une capsule de gélatine collée à la spirale qui renferme 10 mg de

benzoate d'œstradiol, (**DMV;2005**).**(Figure 06)**.



Figure 06: mise en place d'une spirale vaginale photo (**DMV ;2005**).

Les indications de ces spirales sont la synchronisation des chaleurs et l'induction de l'œstrus en cas d'anoestrus chez les bovins et les équins.

Il existe un autre type dispositif intra vaginal: le **CIDR®**: il s'agit d'un dispositif relarguant également de la progestérone naturelle. Il est constitué d'un corps de silicone contient 1,9 g de progestérone moulé sur un support en nylon en forme T. Les branches du T s'ouvrent dans le vagin lorsqu'il est libéré de son applicateur, il est faible diamètre, 20 mm.

Tout comme pour le **PRIDOESTROL®** , un capsule contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol peut être fixée au corps de T, il s'agit alors la deuxième forme existante: le **CIDR-E®** (**E** pour **E**stradiol).

Les indications de **CIDR®** et **CIDR-E®** sont les suivantes:

- Synchronisation et induction de l'œstrus en vue d'inséminer les femelles, d'opérer des groupements de chaleurs, de préparer une transplantation embryonnaire ou faciliter la détection des chaleurs.
- Traitement de certaines formes d'infertilités, anoestrus post-partum ou d'allaitement.

Ces dispositifs sont utiliser chez les bovins mais il existe d'autre de taille différente pour les ovins et les cervidés, (Mialot et al ; 1998).(Figure07).

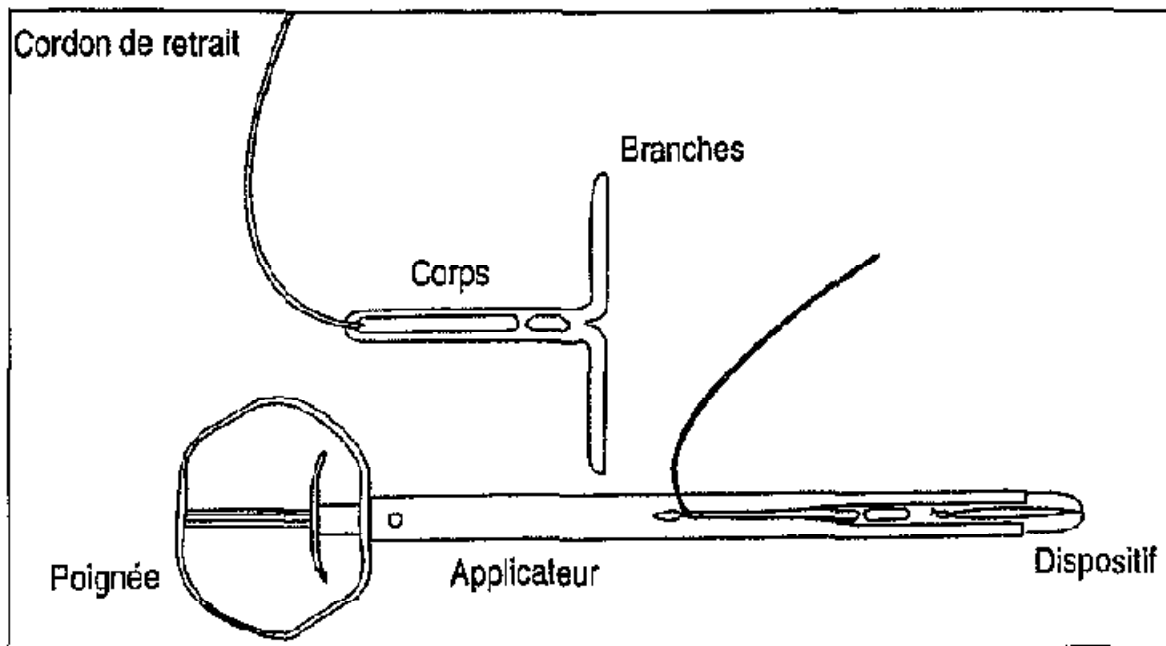


Figure 07:représentation schématique du CIDR et de son applicateur (Mialotetal; 1998).

b:Implant sous-cutané:

CRESTAR®, anciennement appelé SYNCRO-MATE B® :

Il s'agit d'un implant de polymétacrylate d'une longueur de 18 mm et d'un diamètre de 2 mm, cet implant contient 3 mg de norgestomet et il se pose sur la face externe de l'oreille en position sous- cutanée. Le jour de la pose se protocole nécessite l'injection intramusculaire d'une surcharge progestagènes: Injection de 3 mg de norgestomet supplémentaires associé à 3,8 mg de valérate d'œstradiol, (DMV; 2005).(Figure08).



Figure 08: mise en place d'un implant sous-cutané photo (DMV ;2005).

Les indications sont chez les femelles cyclées ou non, la préparation à la transplantation embryonnaire, l'insémination sans détection de chaleurs, l'induction et la synchronisation des chaleurs, (DMV; 2005).

1:2: Inconvénients:

La pose et le retrait de ces différents dispositifs relarguant des progestagènes nécessitent la manipulation des animaux et peut s'avérer délicate dans plusieurs situations: pose d'implants auriculaires sur des animaux agités et cornées , pose de dispositifs intra-vaginaux chez des génisses à peine pubères (appareil génital de petite taille) ou chez des femelles peu habituées à être manipulées.

Ainsi la pose des spirales peut causer un traumatisme ou plus généralement un inconfort chez les génisses et une légère vaginite est fréquemment observées lors du retrait de ces spirales. Le **CIDR®**, semble causer moins de traumatisme et moins de vaginite que les spirales même si ces effet n'ont pas été quantifiées. Mais l'avantage de ces dispositifs est que le mucus présent lors de vaginite a tendance à être retiré en même temps que les dispositifs ce qui limite les conséquences de la vaginite, (**Broadbent et al ; 1993**).

Selon les fabricants, (DMV, 2005), certains animaux ayant été traités avec le **PRID®** ou le **PRIDOESTROL®** peuvent présenter une légère sécrétion mucoïde blanchâtre aseptique lors

du retrait, c'est une réaction normale de la paroi vaginale au contact prolongé de tout corps étranger cette sécrétion disparaît rapidement après le retrait et permet une insémination et une fécondation normales.

De même, la pose d'implant sous-cutané s'accompagne d'une infection au lieu d'implant chez 18% animaux traités, (Tregaskes et al; 1994). Pour limiter ceci il convient de réaliser la pose des implants, comme celle des dispositifs intra-vaginaux, de manière rigoureusement aseptique.

2:Mode d'action : rôle du relarguare progressif des progestagènes:

a: Généralités:

Dans le cas des spirales vaginales, la molécule libérée est de la progestérone, on observe donc une augmentation de la progestérone plasmatique chez les animaux traités avec une spirale dans les heures suivant la pose: de 0,5 à plus de 12ng/ml chez une génisse, la concentration en progestérone diminue ensuite légèrement pendant la durée de la pose et chute brutalement le jour du retrait de la pose de la spirale, elle retrouve son niveau basal d'environ 0,5ng/ml.(Figure09).

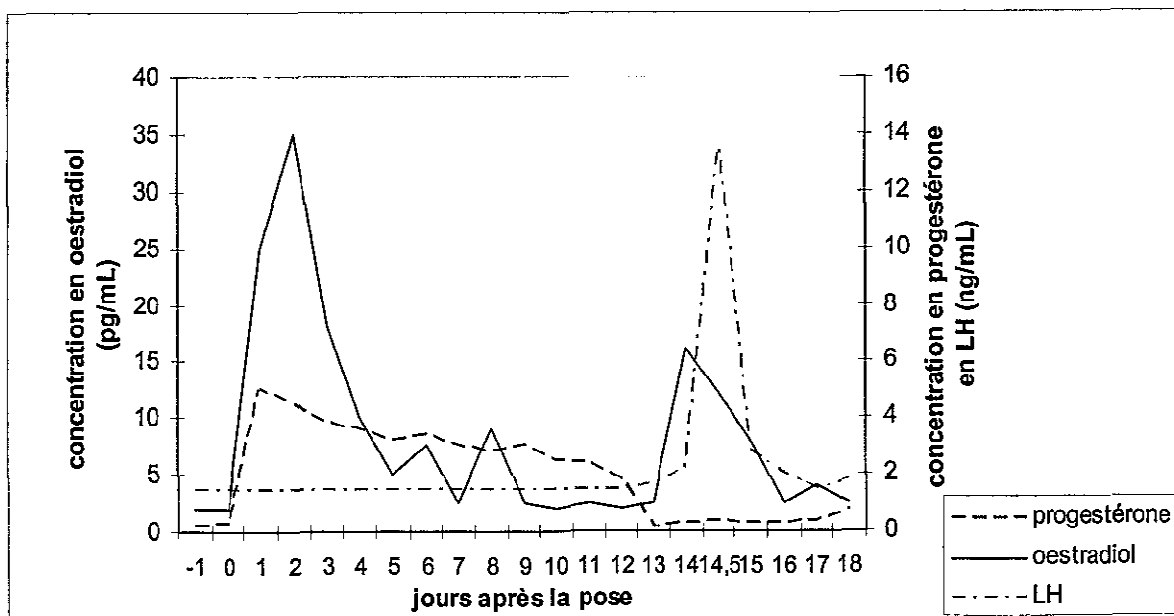


Figure09: concentration plasmatique en progestérone 17β -œstradiol et LH chez une génisse traitée avec une spirale vaginale et œstrogène pendant 12 jours, (Backers et al; 1978).

Dans les cas des implants (cas de 14 vaches laitières cyclées traitées par un implant relarguant du norgestomet laissé en place 9 jours et par une injection: d'œstradiol le jour de la pose, la molécule libéré est un progestagène et non de la progestérone: l'augmentation rapide de la concentration en progestérone plasmatique après la pose n'est donc pas retrouvée au contraire elle diminue et garde un niveau faible.(Barnes et al; 1981).(Figure10).

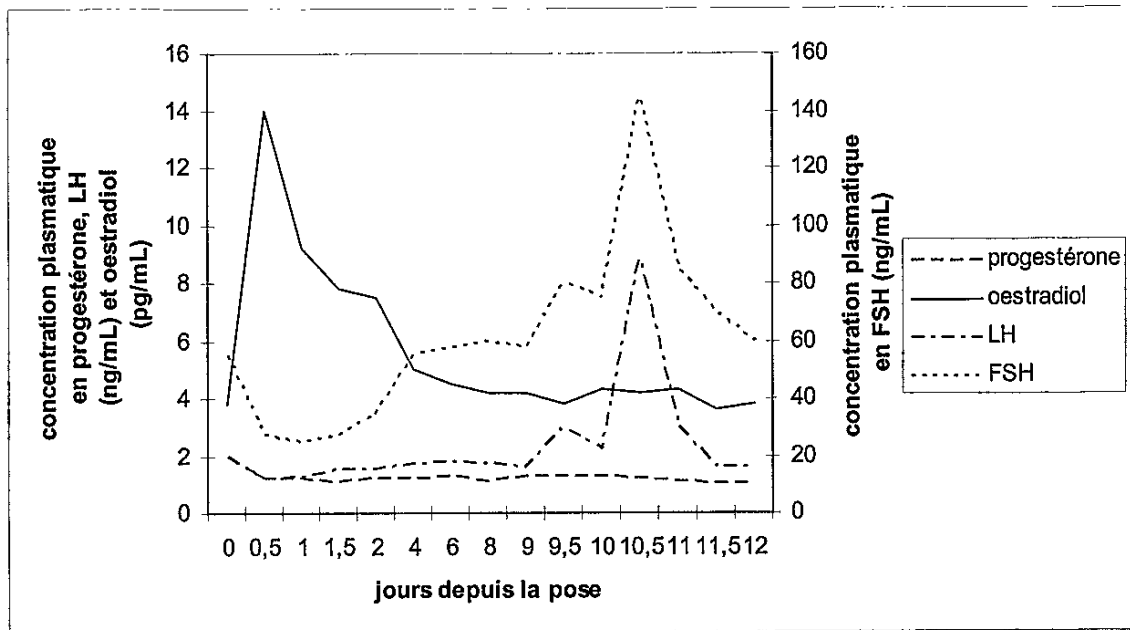


Figure10: concentration plasmatique en progestérone 17 β - œstradiol, LH et FSH chez des vaches laitières avec un implant sous-cutané libérant du norgestomet pendant 9 jours et une injection d'œstradiol et de norgestomet le jour de la pose (Barnes et al ; 1981).

La synchronisation partielle par les progestagènes peut être améliorée par l'ajout d'autres hormones :

3 : Ajout d'œstradiol :

L'ajout d'œstradiol sous forme estérifiée (valérate ou benzoate) est possible jusqu'en 2006. Il est préconisé actuellement dans deux protocoles : le PRIDOESTROL[®] et le CRESTAR[®].

Dans le cadre du PRIDOESTRADIOL, l'œstradiol est présent dans une capsule contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol.

Dans le cadre du CRESTAR[®], une injection intramusculaire de 5 mg valérate d'œstradiol est réalisée le jour de la pose de l'implant.

La concentration plasmatique en d'œstradiol augmente très rapidement pour obtenir un pic (jusqu'à 35 pg/ml), dans les 2 à 3 jours qui survient chez les certains animaux, ce pic peut être décalé dans le temps et ne survient alors qu'au 5^{ème} jour de la pose (Backers et al; 1978). Il n'est pas le même pour les implants, la concentration plasmatique en œstradiol atteint 14 pg/ml (Barnes et al; 1981).

Si le traitement est initié en début de cycle, l'œstradiol a une activité antiluteotrope: il provoque la disparition d'un corps jaune en cours de formation qui pourrait persister lors du retrait de la disparition et ainsi diminuer le taux de synchronisation des chaleurs.

Si le traitement est initié en présence d'un corps jaune fonctionnel (phase lutéale), l'œstradiol a une activité luteolytique (**Grimard; 2003**).

L'ajout d'œstradiol permet donc d'améliorer la synchronisation et la fertilité à l'œstrus induit.

Mais cette activité antiluteotrope et luteolytique n'est pas efficace à 100 % d'où l'intérêt de rajouter d'autres hormones à ces protocoles si les animaux sont cyclés, notamment la prostaglandine F2 α .

Par ailleurs, l'activité antiluteotrope semble plus importante avec les fortes concentrations plasmatiques d'œstradiol obtenues avec les injections intramusculaires par rapport aux gélules intra-vaginales (**Gyawu Et Al; 1991**).

Un autre rôle de l'œstradiol est d'augmenter l'absorption vaginale de la progestérone (**Gipoulou et al; 2003**), ce qui est particulièrement intéressant dans le cadre des dispositifs vaginaux.

Enfin, l'œstradiol permettrait au tractus génital de mieux se défendre en cas d'agression extérieure. Ainsi l'ajout d'œstradiol dans les spirales (PRIDOESTROL[®]) ou les dispositifs vaginaux (CIDR-E[®]), permettrait limiter la vaginite entraînée par leur implantation.

Le moment optimal de l'injection d'œstradiol a été étudié dans le cadre de synchronisation des chaleurs de suivie de superstimulation (**Bo et al; 1991**).

Les animaux (33 vaches allaitantes) ont reçu un implant sous-cutané pendant 9 jours complété par une injection de prostaglandine F2 α 48 heures avant le retrait et dans le même temps (7 jours après la pose), le traitement de superstimulation à base de FSH a été initié.

Les animaux ont reçu en plus une injection d'œstradiol soit le jour de la pose de l'implant (j0) soit le jour du début de la superstimulation (j7).

Il y a eu plus d'ovulation (13,5 corps jaunes contre 4,5 en moyenne; $p < 0,05$), plus d'embryons collectés (8 contre 3 en moyenne; $p < 0,05$) et fertilisés (5,8 contre 1,6 en moyenne; $p < 0,05$) pour les vaches ayant reçu l'œstradiol à j0 que pour les vaches ayant reçu à j7.

Le jour de la pose semble être la plus appropriée pour injecter l'œstradiol dans le cadre de transfert d'embryons comme dans le cadre de synchronisation de l'œstrus.

4: Ajout de GnRH:

L'ajout de GnRH se fait le jour de la pose de d'dispositif par le biais d'une injection intramusculaire de gonadolibérine ou de buséréline, son analogue de synthèse.

Cette technique a été développée plus récemment pour pallier l'interdiction d'utiliser les œstrogènes dans le cadre de la synchronisation des chaleurs.

La GnRH permet l'émergence rapide d'une nouvelle vague de croissance folliculaire (**Gipoulou et al; 2003**), grâce à elle la fertilité à l'œstrus induit pourrait être améliorée et la durée de pose du dispositif raccourcie, à condition d'utiliser la prostaglandine F2 α .

Selon les études, la GnRH est aussi au moins efficace que l'œstradiol.

Dans une étude comprenant 134 génisses allaitantes, (**Lane et collaborateurs;2001**) ont comparé l'efficacité de l'œstradiol et de la GnRH en début de traitement: les génisses ont été réparties en 3groupes.(**Tableau02**).

- Groupe 1: spirale pendant 10 jours + injection de 0,75 mg de benzoate d'œstradiol le jour de la pose.
- Groupe 2 : spirale pendant 8 jours + injection de 0,75 mg de benzoate d'œstradiol le jour de la pose + injection de prostaglandine F2 α (15 mg luprostiol: PROSOLVIN)24 heures avant le retrait.
- Groupe 3 : spirale pendant 8 jours + injection de 250 μ g de GnRH le jour de la pose + injection de prostaglandine F2 α (15 mg luprostiol) 24 heures avant le retrait.

Tableau02: venues en chaleurs et taux d'animaux transféré après 72 heures suit un traitement à base de progestérone chez des génisses qui réparties en trios groupes (**Lane et al; 2003**).

	Groupe	Groupe	Groupe
N	41	40	42
Venues en chaleurs (%)	92,7	100	90,5
Taux d'animaux transférés à72 heurs (%)	74	95	69

La proportion de femelles venues en chaleurs 72 heures après le retrait et donc transférées a été supérieure ($p < 0,01$) dans le groupe 2 par rapport au groupe 3 et au groupe 1(**tableau02**).

La synchronisation est donc de meilleure quantité avec l'œstradiol en début de traitement qu'avec la GnRH.

5: Ajout de prostaglandine F2 α :

L'ajout de prostaglandine F2 α correspond à une injection intramusculaire de prostaglandine F2 α naturelle ou synthétique le plus souvent 48 heures avant le retrait du dispositif mais, aussi, selon les études, 24 heures avant ou encore le jour de retrait.

La prostaglandine F2 α et ses analogues en traitement la luteolyse du corps jaune présent suivie par l'ovulation du follicule dominant dans les jours suivant.

Le but de cette injection est donc de réduire le temps de pose du dispositif: de 16-18 jours (le temps nécessaire à la réalisation de la luteolyse naturelle), on peut passer à 7 à 12 jours de pose selon les auteurs.

L'ajout de prostaglandine F2 α 24 heures avant le retrait permet de raccourcir la durée de pose (de 10 à 8 jours) et d'augmenter le pourcentage des femelles détectées en chaleurs (de 74 % à 95 %). (Lane et al; 2001).

Pour Gyawu et collaborateurs; 1991, l'association progestérone (spirale) + cloprostérol (analogue de synthèse de prostaglandine F2 α) donne de meilleurs résultats que l'association progestérone + œstradiol (taux d'ovulation : respectivement 26 et 27 %, taux de gestation: respectivement 13 et 6 %).

Par contre, pour Deletang et collaborateur en 2004 (Tableau 03), l'ajout de prostaglandine F2 α avant le retrait de la spirale vaginale permet bien de réduire le temps de pose de 12 à 7 jours et de supprimer l'injection d'œstradiol mais, cela entraîne une légère baisse du taux de gestation à l'œstrus induit: il passe de 47,1 % (spirale avec œstradiol pendant 12 jours) à 41,6% (spirale sans œstradiol pendant 7 jours avec prostaglandine F2 α 24 heures avant le retrait) (p=0,36) chez 279 génisses laitières, 136 Normande (a) et 137 Holstein (b).

Mais comme deux paramètres sont modifiés en même temps (l'œstradiol et prostaglandine F2 α) on ne peut pas déterminer si cette baisse est due à l'un et/ou à l'autre paramètre.

Tableau 03:taux de gestation après IA sur œstrus induit par la pose d'une spirale vaginale, soit pendant 12 jours avec injection d'œstradiol le jour de la pose, soit pendant 7 jours avec injection de prostaglandine F2 α , 24 heures avant le retrait chez des génisses laitières Normandes et Holstein (a vs b: p=0,36) (**Detetang et al; 2004**).

Traitement	Spirale pendant 12 jours avec injection d'œstradiol le jour de la pose	Spirale pendant 7 jours sans injection d'œstradiol mais avec injection de prostaglandine 24 heures avant le retrait
N	136	137
Taux de gestation suite à la première IA (%)	47,1^a	41,6^b

Dans une étude comparant l'efficacité de PRID (pose pendant 10 jours) associée à une injection de prostaglandine F2 α 48 heures avant le retrait et du CRESTAR[®] (posé pendant 10 jours sans prostaglandine F2 α , **Tregaskes et collaborateurs en 1994**(**Tableau 04**), obtiennent un taux de synchronisation significativement plus élevé avec le PRID qu'avec le CRESTAR[®] (respectivement 74,1 et 61,8 %; p<0,05), mais selon eux cette différence s'explique en grande partie par injection de prostaglandine F2 α et non pas le type de dispositif: l'ajout de prostaglandine F2 α au CRESTAR[®] aurait sans amélioré son efficacité en terme de synchronisation.

Tableau04:taux de synchronisation suite à l'utilisation du PRID[®] ou CRESTAR[®] (a vs b : p<0,05), Normande (a) et Holstein (b).(Tregaskes et al; 1994).

	PRID [®] posé 10 jours avec injection de prostaglandine 48 heures avant	CRESTAR [®] pose 10 sans injection de prostaglandine
N	167	167
Taux de synchronisation (%)	74,1^a	61,8^b

6: Ajout d'eCG:

L'eCG a un effet à la fois LH et FSH. Elle soutient la croissance folliculaire et la production d'œstrogènes (effet FSH) et elle favorise l'ovulation (effet LH).

L'eCG est donc particulièrement intéressante chez les animaux en anoestrus avant traitement: elle stimule la reprise de la cyclicité et augmente les chances d'avoir une ovulation au moment souhaité. La fertilité à l'œstrus en est alors augmentée.

Par contre l'injection d'eCG n'est pas indispensable si les animaux sont cyclés avant traitement.

La posologie de l'eCG dépend de la partie et la race essentiellement mais elle peut également être adaptée pour tenir compte des particularités individuelles: âge, poids, état corporel, état physiologique de animal (cyclé ou non), période de traitement. Ainsi, pour une efficacité optimale, les traitements en hiver nécessite en général 100 UI d'eCG en plus par rapport aux traitements réalisés après le 15 mai (cas élevage allaitant, **Paccard et Grimard; 1988**).(Tableau 05).

Tableau05:posologie de l'eCG en µl selon le type d'animal et le type dispositif (**Paccard et Grimard; 1988**).

Type dispositif	Génisses	Vaches
Spirale vaginale : Charolaise Blonde d'aquitaine	400 250	600 400
Implant : Charolaise, Limousine, Salers et Aubrac Blonde d'aquitaine	400 à 500 400	500 à 600 400 à 500
En hiver	+100	+100

La posologie varie le plus souvent entre 400 et 600 UI.

La posologie de l'eCG varie enfin selon le type d'élevage: de 400 à 600 UI en élevage allaitant et de 300 à 500 UI en élevage laitier (**Gipoulou et al; 2003**).

On peut proposer en récapitulatif les recommandations des fabricants d'eCG(**Tableau06,DMV; 2005**) à propos de la posologie en fonction de ces différents critères.

Tableau06: posologie de l'eCG (SYNCRO-PART PMSG) en UI en fonction du type d'élevage, de la race, de la parité et de la cyclicité au moment du traitement (**DMV; 2005**).

Type d'élevage	Race	Parité	Femelle cyclée	Femelle non cyclée
Laitier		Vache	0	500
		Génisse	0	400
Allaitant	Charolaise	Vache	500	600
		Génisse	400	500
	Blonde d'aquitaine	Vache	300	400
		Génisse	300	400

7: Utilisation selon le type d'animal:

Les protocoles à base de progestagènes peuvent être complétés comme nous l'avons vu, par un plus ou moins grand nombre hormones:

Cela abouti à des protocoles différents selon le type d'animal (laitier ou allaitant) et selon a parité.

Nous allons maintenant en effectuer une synthèse afin de réponde à la question pratique suivante que peut se poser le vétérinaire: qu'el protocole est le mieux adapté à telle ou telle situation clinique?

7.1: Exemple des spirales vaginales:

a: Vaches non cyclées (laitiers ou allaitantes):

Ce protocole est applicable dès 50 jours post-partum et si les animaux sont en anoestrus vrai (pas de corps jaune diagnostiqué depuis le vêlage, concentration plasmatique en progestérone toujours faible).

- La spirale est alors posée pendant 12 jours.
- Une injection d'eCG est réalisée le jour de retrait.
- Quant à l'insémination, elle peut être réalisée par monte naturelle (cas des élevages où les vaches sont laissées en présence du taureau) ou de manières artificielles. Dans ce cas l'insémination artificiel est pratiquée soit une seule fois 56 heures après le retrait sur chaleurs observées.(**Figure11**).

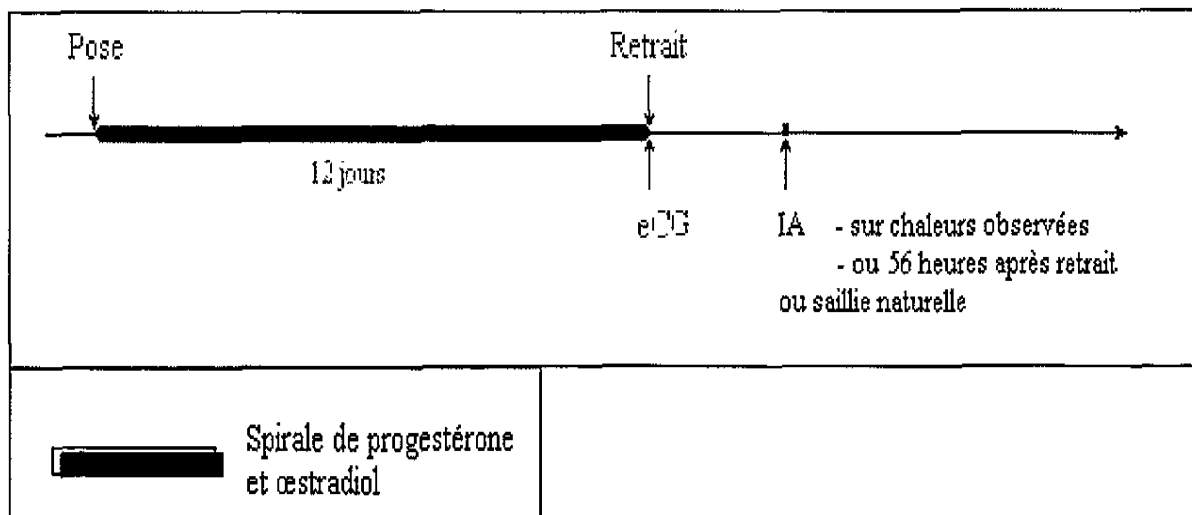


Figure11: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches laitières ou allaitantes non cycles: temps de pose=12 jours (**Gipoulou et al 2003**).

b:vaches cyclées:

Dans le cas des vaches cyclées, deux variantes du traitement à base de progestérone sont utilisées selon le type d'élevage, laitier ou allaitant.

En élevage laitier cela concerne la majeure partie d'animaux: la quasi-totalité des femelles sont cyclées après 50 à 60 jours post-partum.

Par contre, en élevage allaitant l'anoestrus post-partum étant plus long du fait de l'allaitement entre autres, peu de femelle sont cyclées à la mise à la reproduction.

1: Vaches laitières:

La spirale est laissée en place pendant 9 à 12 jours on pratique une injection de prostaglandine F2a 24 à 48 heures avant le retrait.

L'insémination artificielle à lieu soit une fois 56 heures après le retrait soit deux fois 48 à 72 heures après le retrait.**(Figure12).**

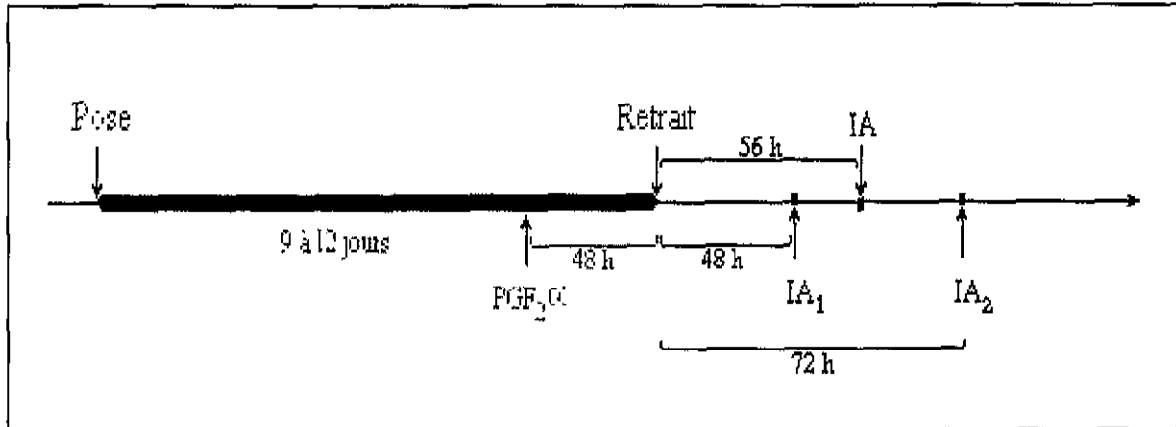


Figure 12: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches laitières cyclées: temps de pose = 9 à 12 jours (Gipoulouet al ; 2003).

2: vaches allaitantes:

Le protocole est identique à celui des vaches laitières cyclées: 9 à 12 jours de pose, injection de prostaglandine F₂α 24 à 48 heures avant le retrait, une deux insémination à date fixe.

La seule différence est que l'on rajoute une injection d'eCG le jour du retrait car les vaches allaitantes ont plus de difficultés à reprendre des cycles œstraux de bonne qualité. (Figure 13).

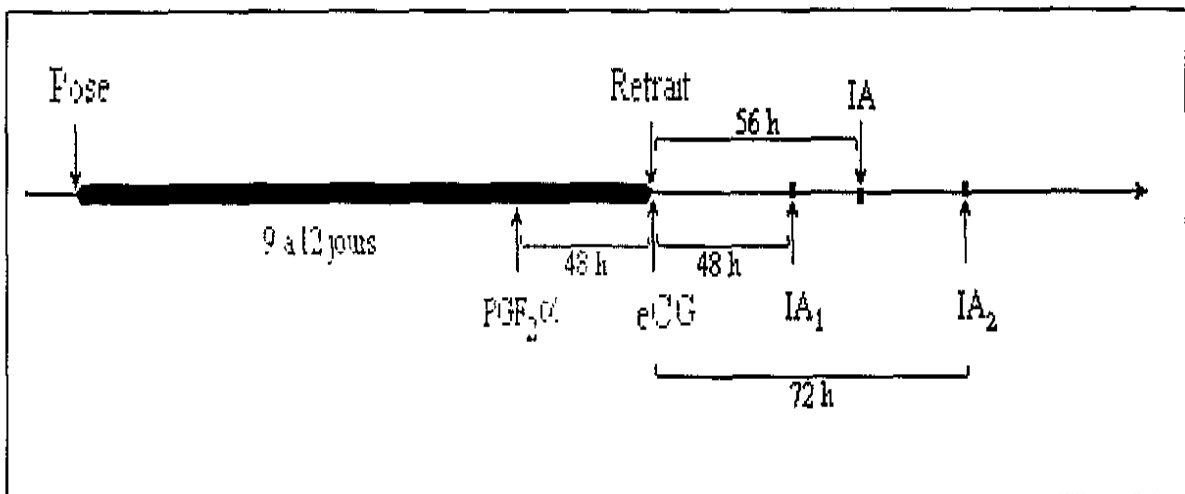


Figure 13: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches allaitantes cyclées: temps de pose = 9 à 12 jours (Gipoulou et al; 2003).

c: vaches cyclées ou non: remplacement de l'œstradiol par la GnRH:

La spirale est laissée en place pendant 7 à 9 jours, une injection de GnRH est réalisée le jour de la pose ainsi qu'une injection de prostaglandine F2 α 24 à 48 heures avant le retrait.

Les modalités d'insémination ne diffèrent pas: une fois 56 heures après le retrait ou deux fois 48 à 72 heures après.(Figure14).

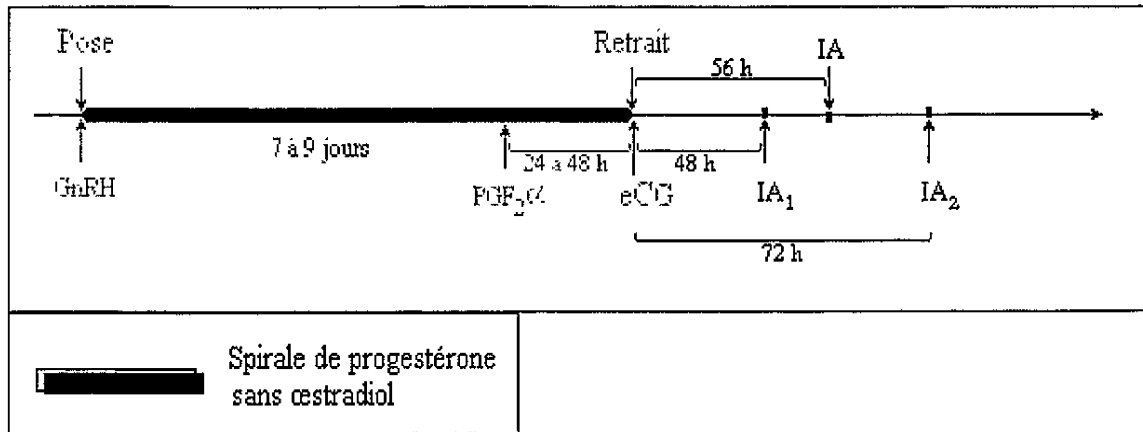


Figure 14: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches cyclées avec remplacement de l'œstradiol par la GnRH : temps de pose = 7 à 9 jours (Gipoulou et al; 2003).

d: Génisses:

Les protocoles sont les mêmes que pour les vaches en fonction de la cyclicité et de type d'élevage. La seule différence concerne le moment de l'insémination artificielle: elle n'a lieu qu'une fois 48 heures après le retrait.(Figure15).

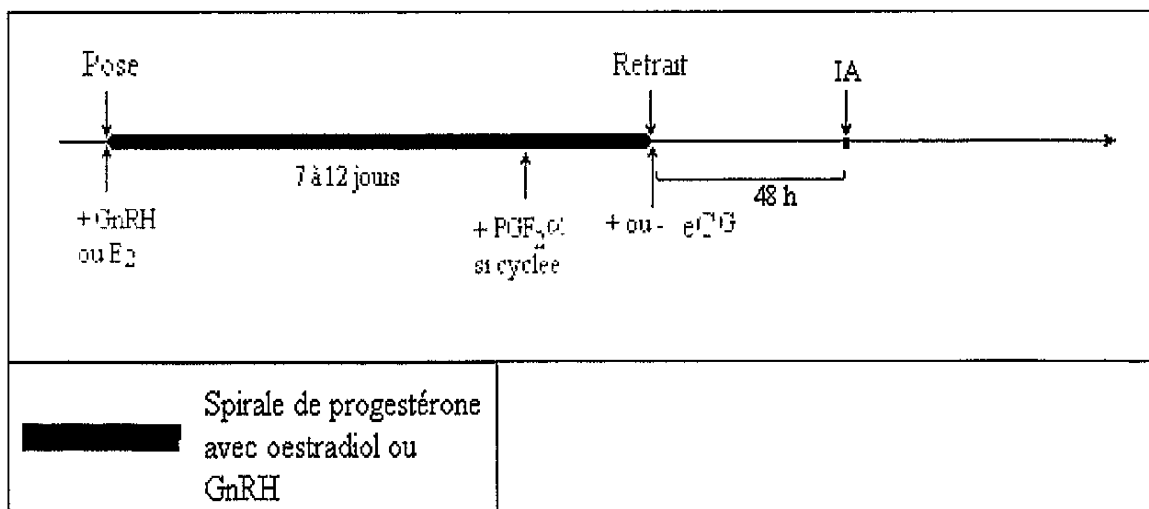


Figure15: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les génisses cyclées ou non, laitières ou allaitantes: temps de pose=7 à 12 jours (Gipoulou et el; 2003).

2:Exemples des implants sous-cutanés:

a:Génisses:

L'implant est posé pendant 9 jours, le jour de la pose, une l'injection de norgestomet et de valérate d'œstradiol est pratiquée une seule insémination artificielle est pratiquée 48 heures le retrait l'implant.(Figure16).

D'après **De Fontaubert et collaborateurs en 1989** ce traitement est suffisant pour synchroniser les ovulations des génisses laitières qui sont normalement cyclées à la mise à la reproduction.

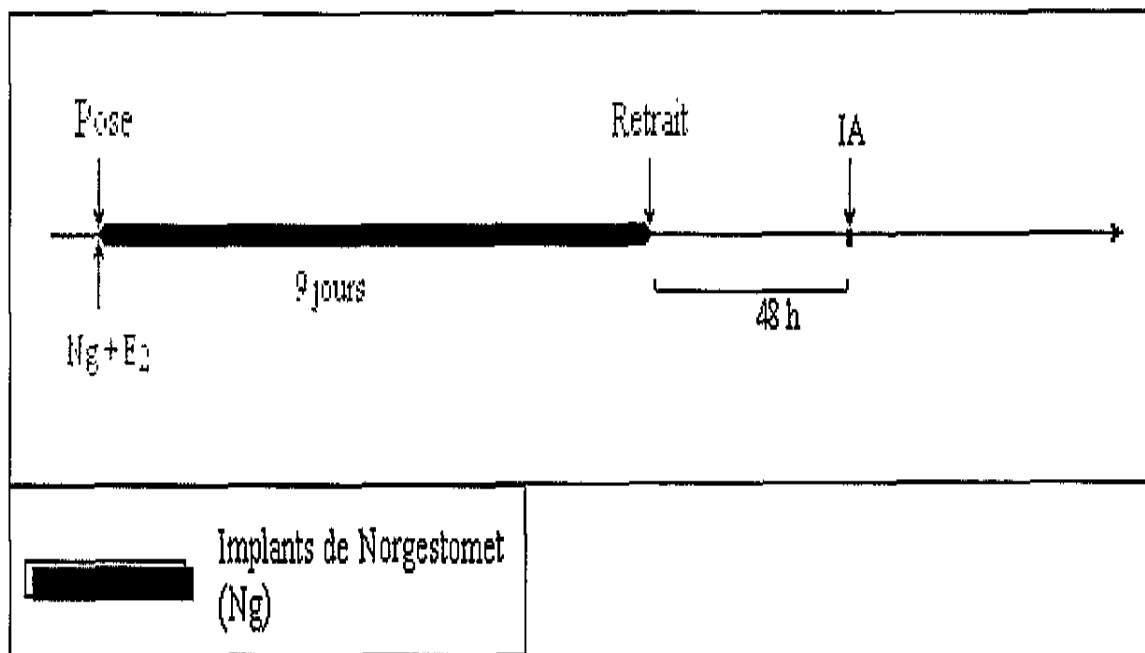


Figure16: protocole de synchronisation utilisant un implant chez les génisses laitières (**De Fontaubert et al; 1989**).

b: Vaches laitières:

Chez les vaches laitières l'implant est posé pendant 10 jours avec la même injection de surcharge que chez les génisses le jour de la pose. Une injection de pose de prostaglandine F2 α est pratiquée 48 heures avant le retrait et une d'eCG le jour du retrait, l'insémination à lieu 56 heures après le retrait.(Figure17).

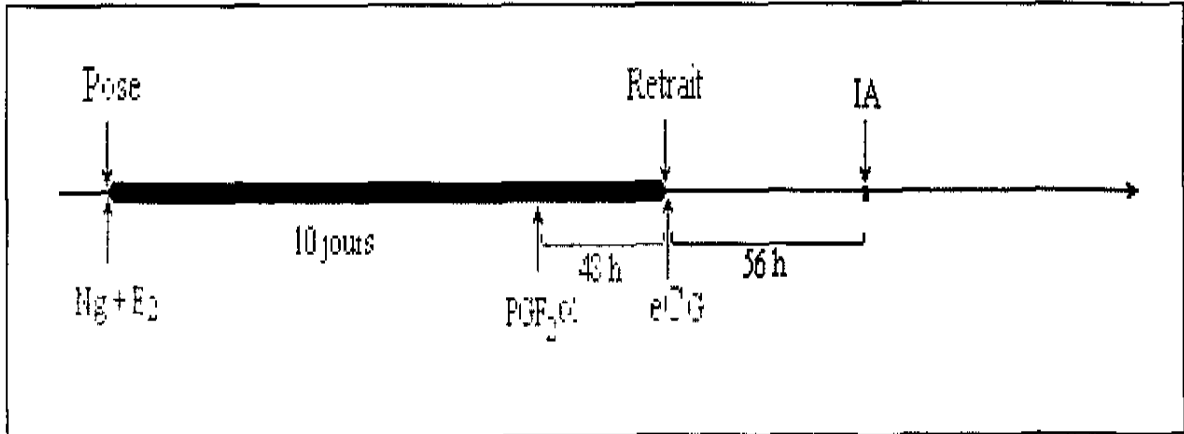


Figure17: protocole de synchronisation utilisant un implant chez les vaches laitières (De Fontaubert et al; 1989).

L'utilisation des protocoles à base de progestagènes pour synchroniser les chaleurs chez les génisses comme chez les vaches, laitières ou allaitantes, est largement répandue. Mais une troisième catégorie de protocole de synchronisation s'est développée: les protocoles à base de GnRH et de prostaglandine F2 α .

C: Protocoles à base de prostaglandine F2 α et de GnRH:

Cette dernière catégorie de protocoles à base de progestagènes et de GnRH est plus récente et donc la plus étudiée ces dernières années.

La plus courante de ces protocoles est le GPG pour Gonadolibérine-Prostaglandine F2 α -Gonadolibérine. Outre atlantique il est communément appelée OVSYNCH ou

encore protocole 721 en référence aux intervalles des temps entre chaque injection.

Récemment de nombreuses variations de ce protocole ont été proposées puis étudiées. Elles diffèrent du protocole GPG classique par deux moyens:

- Soit en jouant sur le nombre d'injections
- Soit en jouant sur les intervalles entre chacune de ces injections

Nous allons d'abord détailler le protocole GPG, son mode d'action, sa réalisation pratique et en fin nous étudierons les variantes proposées pour certains auteurs.

C.1: Protocole GPG :

1: Présentation:

Le protocole GPG consiste en une succession d'injections de GnRH et de prostaglandine F2 α à date fixe suivie d'une insémination également à date fixe, son déroulement est le suivant:

- à j0: on réalise une première injection intramusculaire de GnRH (ou de buséreline, son analogue).
- Sept jours plus tard on injecté la prostaglandine F2 α ou un de ses analogues.
- Deux jours plus tard on réalise la deuxième injection intramusculaire de GnRH.

L'insémination artificielle à lieu une seule fois 16 à 24 heures après le dernière injection.(**Figure18**)

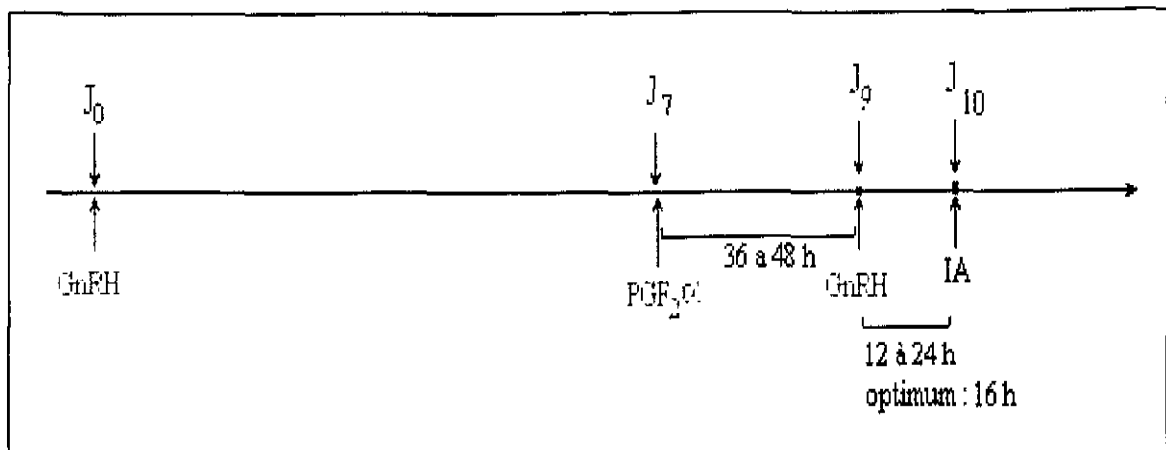


Figure 18: protocole de synchronisation utilisant GnRH et prostaglandine F2 α chez les vaches laitières: protocole GPG (**Pursley et collaborateur ;1995**).

L'efficacité de ce protocole à été testée dans l'étude suivante comprenant 20 vaches laitières et 24 génisses.

Dans un première temps **Pursley et collaborateur (1995)** ont comparé le protocole décrit ci-dessus (GnRH à j0, PGF2 α à j7, GnRH à j9 et IA à j10) à une variante (GnRH à j0, PGF2 α à j7, GnRH à j8 et IA à j9) suite à la première injection de GnRH, 18/20 vaches et 23/24 génisses ont ovulé et formé un nouveau corps jaune ou un corps jaune accessoire et chez ces mêmes vaches, cette injection a entrainé le démarrage d'une nouvelle vague folliculaire. Chez les 2 vaches restantes et chez 5 autres génisses une nouvelle vague à démarré spontanément.

Suite à l'injection de PGF2 α le corps jaune de la totalité des vaches et de 18/24 génisses a régressée.

Dans les 24 à 32 heures suivant la deuxième injection de GnRH ces mêmes animaux ont ovulé un nouveau follicule dominant, ce qui coïncidait avec le moment de l'insémination programmée.

Les auteurs ont conclu à une réelle innovation de ce nouveau protocole notamment car il permet d'inséminer à date fixe et dans un intervalle de temps restreint, il élimine ainsi la nécessité de détecter les chaleurs.

Par contre il semble moins efficace chez les génisses que chez les vaches.

Dans un deuxième temps le but était tester la flexibilité dans le temps des injections, ils ont pour cela réalisé 3 groupes : **(Tableau07)**.

- Groupe 1: GnRH à j0, PGF2 α à j7, GnRH à j9 et IA à j10
- Groupe 2: GnRH à j0, PGF2 α à j8, GnRH à j9 et IA à j10
- Groupe 3: GnRH à j0, PGF2 α à j9, GnRH à j9 et IA à j10

Le taux de ce conception à été significative supérieur ($p < 0,01$) pour le groupe 1 et 2 par rapport au groupe 3.

Le délai d'au moins 24 heures entre l'injection de prostaglandine et la deuxième injection de GnRH semble donc important à respecter.

Tableau07 : influence de l'intervalle entre les différents injections composant le protocole GPG sur le taux de conception (**Pusley et al; 1995**).

Groupe	n	Taux de conception
1 :GnRH à j0, PGF2α à j7, GnRH à j9 et IA à j10	22	55
2 : GnRH à j0, PGF2α à j8, GnRH à j9 et IA à j10	22	46
3 : GnRH à j0, PGF2α à j9, GnRH à j9 et IA à j10	22	11

C.2: Mode d'action:

Nous allons décrire les effets physiologiques des hormones composant le protocole GPG sur la croissance folliculaire, l'ovulation et la régulation de corps jaune.

a: Rôle de la première injection de GnRH:

La complexité du mode d'action de la GnRH vient du fait qu'elle a tris rôles principaux:

- Une stimulation de la croissance folliculaire
- L'induction et l'ovulation suivie de la formation du corps jaune
- La lutéinisation éventuelle du follicule dominant présent

L'importance relative de ces tris rôles dépend du stade du cycle œstral au moment de l'injection (**Hanzen et al; 2003**).

1:injection en metoestrus:

Le metoestrus correspond à l'émergence de la première vague folliculaire. Les follicules recrutés ne sont pas suffisamment matures pour ovuler suite à la stimulation par la GnRH. En effet pour que la GnRH ait un effet ovulatoire le diamètre minimale du follicule doit être de 10 mm. Le follicule dominant poursuit alors sa croissance, cette croissance étant facilitée par l'injection de prostaglandine F2 α 7 jours plus tard: le follicule ne subit plus l'action négative de la progestérone. Il ne résulte une période de dominance particulièrement longue, supérieur à 4 jours.(Figure19).

Au cela de cette période la fertilité de ce follicule dominant commence à baisser, (Hanzenetal ; 2003).

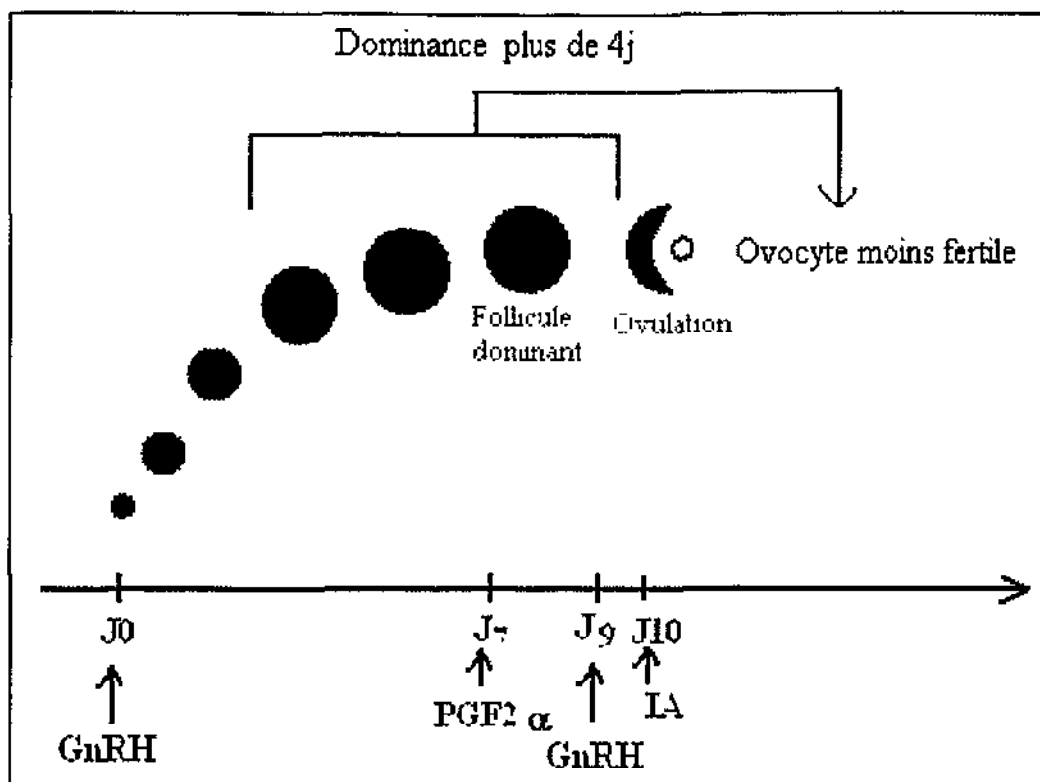


Figure19 : effet de la mise en place du protocole GPG (GnRH-PGF2 α -GnRH) en metoestrus(Hanzen et al; 2003).

2: injection lors du dioestrus:

Il s'agit de la situation la plus fréquente puisque le dioestrus représente environ 50 % de la durée totale du cycle (Hanzenetal; 2003).

Durant cette phase la GnRH exerce principalement un effet ovulatoire: d'après (Vasconcelose et collaborateurs ; 1997). 63 % des vaches cyclées avant traitement ovulent en réponse à la première injection de GnRH.

Normalement le follicule dominant de la première vague est voué à l'atrésie. Il n'ovule que si no modifie pharmacologiquement le cycle: en injectant une prostaglandine F2a ou de la GnRH.

Contrairement à la prostaglandine F2 α qui provoque la luteolyse puis l'ovulation du follicule dominant que si transforme en corps jaune principale, la GnRH provoque l'ovulation du folliculaire dominant qui se transforme en corps jaune secondaire **(Hanzenet al; 2003)**.

L'importance d'une ovulation suite à la première injection de GnRH lors du protocole GPG est réelle car elle conditionne la synchronisation précise de l'ovulation suite à la deuxième GnRH.

En effet une ovulation est observée dans 91 % des cas après la deuxième injection de GnRH si une ovulation à déjà été observée après la première. Par contre cette ovulation n'a lieu que dans 80 % des cas si elle n'a pas précédée par une autre ovulation **(Hanzenet et al; 2003)**.(Figure20).

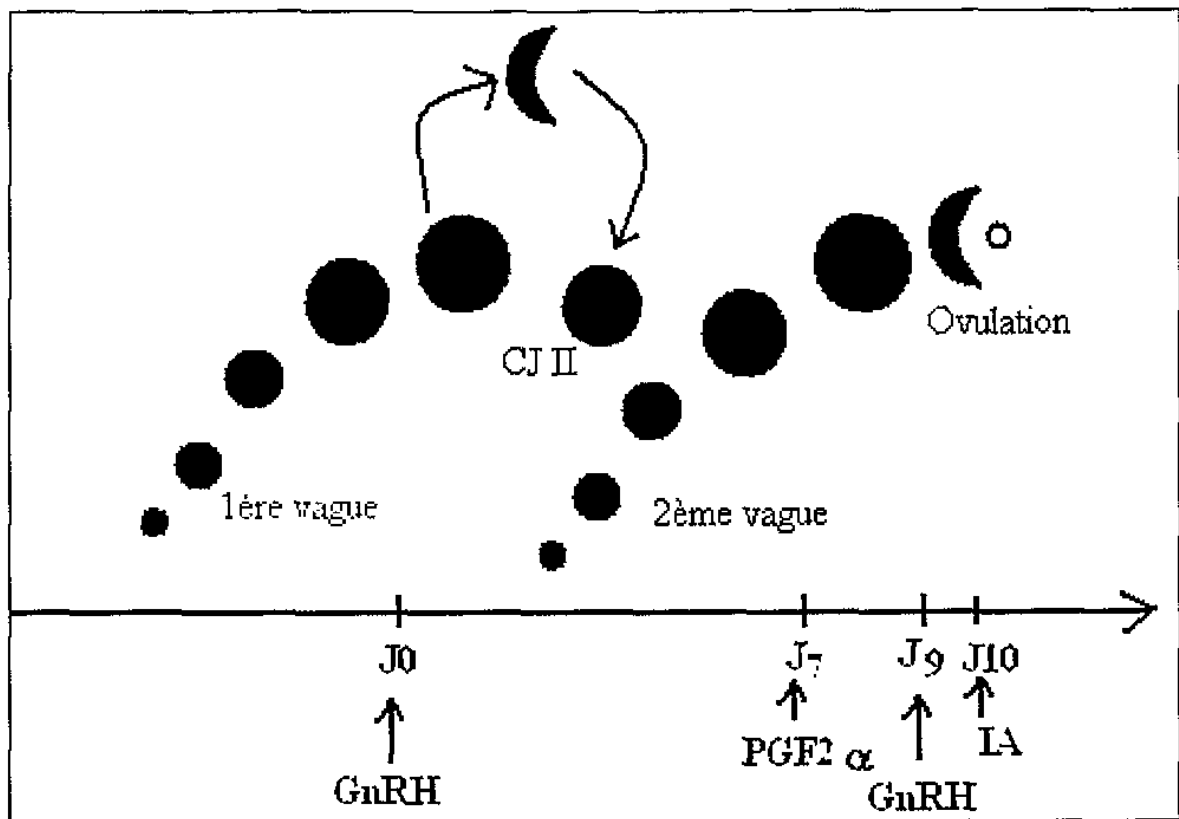


Figure20: effet de la mise en place d'un protocole GPG (GnRH-PGF2 α -GnRH) lors du dioestrus(Hanzen et al; 2003). Cj II corps jaune secondaire.

3:effet d'une injection enfin de dioestrus:

Si la GnRH est injectée enfin de dioestrus, c'est-à-dire vers le 18^{ème} jour du cycle, elle stimule comme dans les autres cas la croissance du follicule dominant voire son ovulation. Mais dans les deux jours qui survient, interviennent la luteolyse physiologique et donc une ovulation prématurée par rapport à celle qui survient normalement après la deuxième GnRH (**Hanzen et al; 2003**).

Ce la peut entrainer une baisse de la fertilité car l'ovulation et l'insémination programmée sont décalées: La fécondation risque alors de ne pas avoir lieu.(**Figure21**).

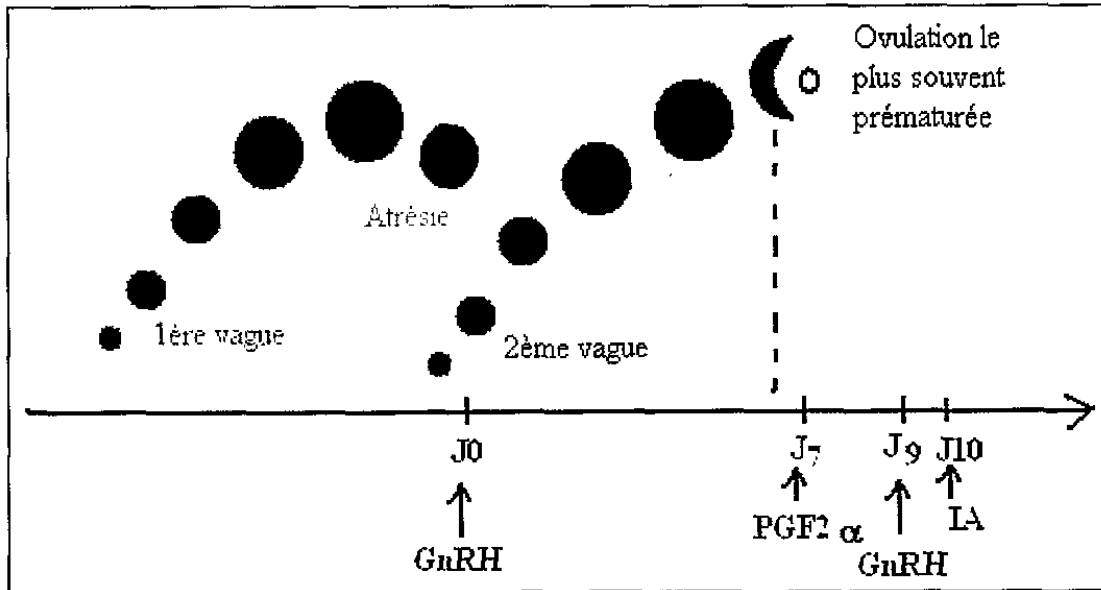


Figure 21: effet de la mise en place d'un protocole GPG (GnRH-PGF2 α -GnRH) en fin de dioestrus (Hanzen et al; 2003).

b: Rôle de l'injection de prostaglandine F2 α :

L'injection de prostaglandine F2 α est important surtout si la première injection de GnRH a lieu en phase metoestrus ou en fin de dioestrus.

Dans le premier cas la prostaglandine F2 α contribue à raccourcir la période de dominance.

Dans le deuxième cas, il arrive que la GnRH inhibe la luteolyse physiologique en réduisant la synthèse folliculaire d'œstrogènes ce qui entraîne l'allongement du cycle, la prostaglandine F2 α peut éviter ceci en rétablissant la luteolyse.

Dans tous les cas la prostaglandine F2 α entraîne une remise à niveau du cycle, la luteolyse survient quelque soit le cas de figure initiale et elle est survie dans les 2-3 jours de l'ovulation du follicule dominant présent à ce moment. Ce dernier ne subit plus l'action négative de la progestérone et peut ovuler (Hanzen et al; 2003).

Parmi les animaux présentant un corps jaune le jour de l'injection de prostaglandine F2 α , la régression de ce corps jaune à été observée chez 94 % des vaches laitières et 69 % des génisses (Pursley et al; 1997). L'injection de prostaglandine est donc une étape clé du protocole GPG.

c:Rôle de la deuxième injection de GnRH:

La GnRH administrée autour de l'insémination améliore la fertilité des vaches laitières en augmentant leurs concentrations en LH (dans les deux heures qui suivent l'injection (**Hanzenet al ; 2003**) et en progestérone (dans les quatre jours qui suivent l'injection, (**Lee et al ;1985**).

L'injection de GnRH se traduit également par une augmentation de la dominance du follicule: son diamètre est supérieur et il contient plus d'œstrogènes.

La GnRH entraîne donc l'ovulation d'un follicule de meilleure qualité et surtout, elle synchronise précisément le moment de l'ovulation par rapport au début des chaleurs (Hanzen et al; 2003).

En résumé, le mode d'action du protocole GPG est particulièrement et complexe. On peut en proposer un schéma simplifié (**Geary et al; 1998**).(Figure22).

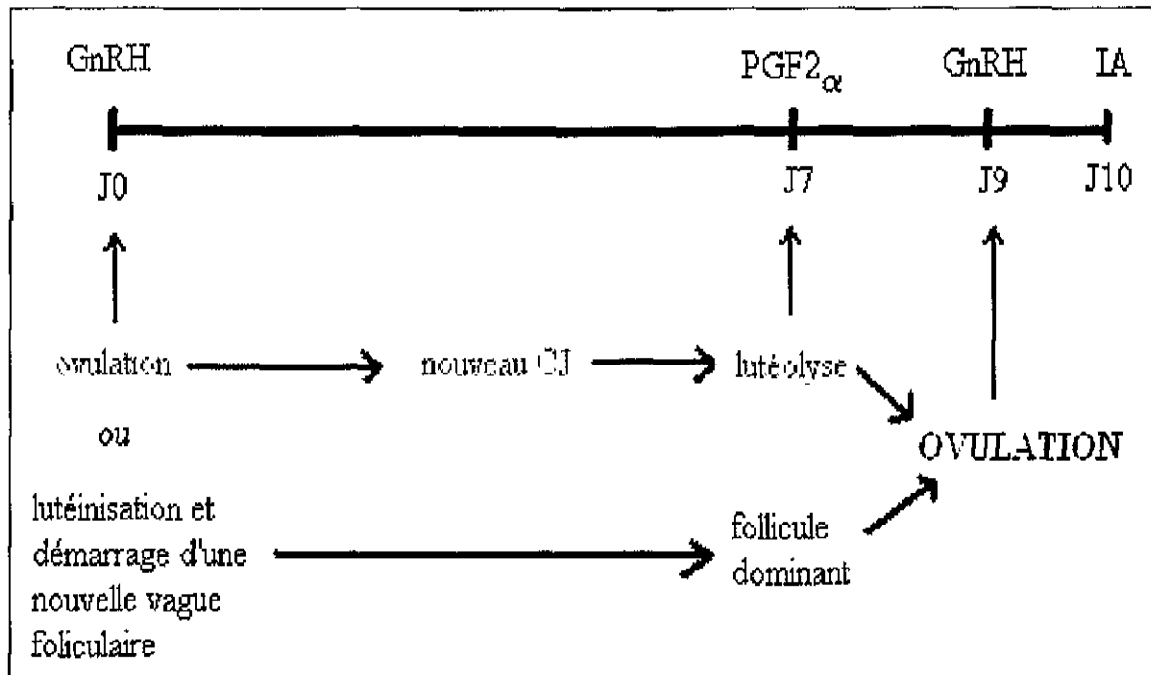


Figure22:illustration du mode d'action simplifié du protocole GPG (**Geary et al; 2003**).

3 : Variations du protocole GPG:

Etant donné la réussite du protocole GPG classique, des auteurs ont cherché à l'améliorer encore soit faisant varier la séquence et/ou le nombre des injections de GnRH et de prostaglandine F2 α , soit en ajoutant d'autres hormones classiquement utilisées lors de synchronisation de chaleurs: les œstrogènes et l'hCG.

a: Les autres protocoles à base de GnRH et de prostaglandine F2 α :

Cartmill et collaborateurs (2001) ont comparé l'efficacité de 3 protocoles à base de prostaglandine F2 α et de GnRH chez 705 vaches laitières. **(Tableau08).**

- Groupe1: protocole GPG classique (GnRH à j0, PGF2 α à j7, GnRH à j9, IA 16 à 20 heures après).
- Groupe 2: PGF2 α 12 jours avant un protocole GPG.
- Groupe 3: PGF2 α à j0, PGF2 α à j12, GnRH à j14, IA 16 à 20 heures après.

Une plus grande proportion des vaches a été synchronisées dans le groupe 2 par rapport aux groupes 1 et 3 (p= 0,05). Si l'on prend en compte la cyclicité faible chez les vaches non cyclées appartenant au groupe 3.

En tenant compte cette fois-ci de la parité, les vaches multipares du groupe 2 ont eu un taux de gestation à j28 supérieurs (42%, p =0,08) par rapport à celles des groupes 1 (28%) et 3 (27%), mais le taux de gestation à j38-58 ne différait pas significativement (groupe 1, 2 et 3 respectivement: 19, 28 et 17 %).

Concernant les primipares, le taux de gestation était similaire selon les traitements (total: 41 % à j28 et 33 % à j38-58).

L'ajout d'une injection de prostaglandine F2 α 12 jours avant l'initiation d'un protocole GPG se révèle donc intéressante au moins chez les multipares.

Tableau08:taux de synchronisation de la cyclicité et le taux de gestation (à j28 et à j38-58) en fonction de la parité chez 705 vaches laitières ayant reçu des traitements à base de prostaglandine F2 α et de GnRH **(Carmillet al; 2001).**

N	Groupe	Taux de synchronisation (%)		Taux de gestation (%)			
		Cyclées	Non cyclées	Primipares		Multipares	
				J28	J38-J58	J28	J38-J58
226	1 : Protocole GPG classique : (GnRH à j0,PGF2 α à j7, GnRH à j9, IA 16 à 20heures après	68	51	40	30	28	19
243	2 :PGF2 α 12 jours avant un protocole GPG	74	58	40	34	42	28

241	3 : PGF2 α à j0, PGF2 α à j12, GnRH à j14, IA 16 à 20 heures après	73	30	43	34	27	17
-----	--	----	----	----	----	----	----

b: Ajout d'œstrogènes: protocole Heatsynch:

Dans un environnement et progestéronique faible, l'œstradiol stimule la libération de GnRH et de LH dans un second temps. En présence d'un corps jaune, effets sont donc similaires à ceux de la GnRH ce qui a conduit des auteurs à remplacer partiellement (protocole GPE ou Heatsynch: GnRH à j0PGF2 α à j8; E2 à j9; IA entre j10 et j11) ou totalement (protocole EPE) la GnRH par l'œstradiol (E2).

Les résultats équivalents et le faible coût de l'œstradiol par rapport à la GnRH plaident en faveur de ces nouveaux protocoles.

c: Ajout d'hCG: protocole cosynch:

L'hCG peut entraîner l'ovulation d'un ou plusieurs follicules, l'augmentation de nombre de vagues folliculaires et la formation de corps jaunes accessoires. Le protocole cosynch propose donc le remplacement de la première ou de la deuxième injection de GnRH par une injection d'hCG. Les résultats sont inférieurs ou du même ordre qu'avec le protocole GPG classique (**Hanzen et Boudry; 2004**).

4: Dans quels cas utiliser le protocole GPG?

Le protocole GPG est comme nous l'avons vu, à réserver principalement aux vaches laitières dans les élevages où la détection des chaleurs est défaillante puisqu'il permet une insémination à date fixe.

Il est par contre déconseillé chez les génisses laitières en raison de sa faible efficacité en termes de synchronisation et de gestation suite à l'œstrus induit.

Le **tableau09** résume les principaux points de comparaison entre les trois types de protocoles: nombre de manipulations des animaux, simplicité de mise en œuvre et coût.

Tableau09: comparaison des protocoles à base de prostaglandine F2 α seule, de progestagènes ou de GnRH et prostaglandine F2 α (GPG).

	Prostaglandine F2α seul	Progestagènes	Protocole GPG
Nombre de manipulation	2	2-3	3
Simplicité	++++	+/-	++
Cout	Faible	Intermédiaire (sauf si remplace de E2 par GnRH)	Elevé

Conclusion

Comme le montrent les différentes méthodes de synchronisation des chaleurs par des moyens hormonaux suivies d'insémination artificielle à temps fixes sont connues et appliquées en Algérie. Cependant, le recours à ces technologies reste encore limité et des efforts conjoints de la recherche, des services étatiques et privés du développement sont indispensables à leur vulgarisation qui sans nul afin d'avoir un impact positif sur l'amélioration du potentiel génétique des bovins et sur l'accroissement des revenus des éleveurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

BECKERSJ.F;WOUTERS-BALLMANN.P;ECTORSF;DERIVAUXJ;1978:induction de l'oestrus chez les génisses en anoestrus fonctionnel:Ann,méd.vét.122,597-605.

BARNES M.A; KAZMER.G.N; BIERLEY.S.T; 1981 Gonadotrophic and ovarian hormone response in dairy cows with norflestomet and estradiol valerate.theriogenology.16,13-24.

BERNHEINS; CARRAUDA; DELETANGF; GRIMARD.B; MIALOTJ.P; POBELTH et SANAA.M;1996. synchronisation des chaleurs par le Prid chez la vache allaitante Charolaise , analyse des facteurs de variation des résultats : Bull. Group. Tech. vét.533,27-33.

BO G.A; PIERSON R.A; MAPLETOFIR J; 1991 : the effect of estradiol valerate on follicular dynamics and superovulatory response in cows with syndrome β implant.theriogenology.36,169-183.

BROADBENT P.J;TREGASKESL D;DOLMAN D.F; JOUNES R.L; 1993.synchronisation of oestrus in embryo transfer recipients after using a combination of prid or cidr-b plus pgf2 α .theriogenology.39, 1055,1059.

CARTMILL J.A; EL-ZERKOUNY S.Z; A; LAMB G.C; STEVENSON J.S;2001.stage of cycle , incidence, and timing of ovulation , and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols.dairy.sci.84, 1051-1059.

DELETING F; STAZZU F; PAPELARD A.L; REMMY D;2004.commentaires synchroniser chaleurs et vulatin sans oestradiol avec un dispositif intravaginal (prid) , imprégné de progestérone : journal nationales des GTV tours , 2004 . paris éditions des GTV,2004, 883-888 .

De FONTAUBERET Y;1988. la matrice des cycles sexuels chez les bovins :le point en 1988. Intraprod.anim.12,179-185.

De fontaubert Y; cochaud J; terqui M;1989. Synchronisation des chaleurs chez la vache laitière: bilan de l'utilisation du synchro-mate b pendant cinq années successives.

Inra prod.anim.12,317-323.

Dictionnaires des médicaments vétérinaires, 13eme ed .maison-alfort: edition du point vétérinaire, 2005.1765p.

ENNUYER M;2000.les vagues folliculaires chez la vache. Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction.point.vét,31,377-383.

GARCIA-WINDER M.J; GALLEGOS-SANCHEZ J;1991.estrussynchronisation in h olstien cows using reduced of prostaglandin f2 α .theriogenology.36,191-199.

GEARY T.W.WHITTIER J.CDOWNNINGE.RFEVERD.GSILCOXR.WHOLLAND

M.DNETTT.MNISWENDERG.D 1998. Pregnancy races of post-partum beef cows that were synchronised using synchro-mate b on the onsynch protocol .j.anim.sci.76,1523-1527.

GIPOULOU.C;ENNUYER.ROM;HUMBLOT.P;REMMYD.;HAGEPICARDN.;DELETING.F;MAYAR.J .C;REGIS.R;2003.Gestion de reproduction.in:formation a la maitrise de la reproduction bovine . paris;editionafc-ceva-midatest-oger-camia-karel 2003

GRIMARD.B; HUMBLLOT.P;MIALOT.J.P ;SAUVANT .D ; THIBER.M ;1994.Effet of energy restriction on response to estrus induction and synchronization treatment on post-partum charolais suckled beef cows .j.repord .fertil ,14,13

GRIMARD.B;HUMBLOT.P ;MIALOT .J.P;JEANGUYOT .N; SAUVANT ..D ;THIBIER.M;1997.Absence of respose to estrus induction and synchronization treatment is related to mobilization in beef cows .repord.nutr.dev.37,129-140.

GRIMARD B, HUMBLLOT P,. PONTER A.A, CHASTANT S, CONSTANT F, MIALOT J.P:Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins.INRAProd. Anim., 2003, 16 (3), 211-227.

GYAWU .PO,DUCKER.M.J;POPE .G.S;SAUNDERS.R.W;WILSON .G.D.A;1991.the value of progesteronroestradiolbezoate and cloprostenol in controlling the timing of estrus and ovulation in dairy cows and allowing successful fixed ,time insemination .Br .vet.j. 147,174-182.

HANZEN .C;BOUDRY .B;DRION .P.V;2003.induction et synchronisation de loestruspar la PGF .point vet.236,22-23.

HADDADA B., GRIMARD B., YACOUBI Y., OUAZZI E., MIA- LOT J-P. ET PONTER A.A. : Facteurs de variation des performances de croissance des veaux et du taux de gestation des vaches Santa Gertrudis au Maroc. Revue Méd. Vét., 1999, 150, 957-964.

HADDADA B. : Performances de reproduction et maîtrise des cycles sexuels des bovins Santa Gertrudis au Maroc. Thèse Doct. ès-Sci. Agronom. IAV Hassan II, Rabat, 1993. 12.

LANZEN .C;BOUDRY .B;2004.facteurs dinfluencdeprotocoleGPG.pointVet .243;52-55

LANE .E.A; AUSTIN .E.J;ROUCHE.J.F; CROWE.M.A;2001.the effect of estradiol benzoate or asynthetic gonadotropin releasing hormone used at start of a progesterone treatment on estrus response in cattle .theriogenology .56,79-90

LAVERDIERE .G;ROY .G.L; PROUL.X.J;LAVOIE .D; DUFOU.J.J;1994.comparaison de leffet de deux analogues de la prostaglandine f 2a sur la synchronization de loestrus chez la vache de boucherie.can .anim.sci.74,29-36.

LEE .C.N;CRITESR.J.K ,A.X.R.L ;1985.changes of luteinizing hormone and progesteronr for dairy cows after gonadotropin releasing hormone at first post –partum breeding.j. dairy .sci.68,1463-1470.

MARITINEZ .J;THBIERM;1984.ferility in anoertrous dairy cwsflowing treatment with prostaglandin f2a or the synthetic analogue fenpostalene.vet.rec.115,57-59

MIALOT .J.P; DELETANG.F; PONSART.C; GIPOULOU.CH; BIHOREAU.J;

1996.Efficacite de lassociation de prid+hormo-f2a pour la synchronisation des chaleurs chez les vachesallaitanteslors de velagedautomne .point vet.28(n special) 1027-1028.

MIALOT.J.P; NOEL.F; LAUMONNNIE.G;SAUVERCHE.B;1998.traitement de lanoetrus post-partum chez la vachelaitiere par le CIDR-E ou la prostaglandine F2a. Bull .Group .tech .vet.590,29-28.

PACCARD.P; GRIMARD. B;1988.lamaitrise de la reproduction des vachesallaitantes .Rec . Med.Vet.164,-531-538.

PICARD-HAGEN .N; BERGONIERID;BERRTHELOT.X;1996.Maitris medical du cycle oestral chez la vache .point vet .28(n special),933-941

PURSLEY .J.R; MEE.M.O; WILTBANK.M.C;1995.synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRN .Theriogenology.44;915-923.

SAINT-DIZIER.M;2005.la detection des chaleurs chez la vache .le point vet(⊗n special). Reproduction des ruminants:maitrise des cycles et pathologie .36,22-27.

SEEGENS .H ET MALHER.X; 1996.Analyse des resultats de reproduction dun troupeaulaitier.point vet .28,127-135.

TREGASKES .L.D;BROADBENT. P.J;S.P; FRANKLIN. M.F; 1994.Evaluation of Crestarasynthetic progesterone regime ,for synchronizing estrus in maiden heifers used as recipients of embryon transfers. Vet.rec.134,92-94.

VASCONCELOS.J..M;SICOX.R.W;ROSA.G.J.M;PURSLEY.J.R;WILTBANK.M.C;1999

Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrus cycle in lactating dairy cows.
ThriogenolL

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail et en premier lieu pour ceux que j'aime le plus au monde mes chers parent, à la lumière de ma vie A **ma mère** qui a toujours été à **mon** cote et qui ma encourage pendant mes études et ma tolère que dieu vous protège pour.

A mes chers frères et leure grande famille

Ames chères amis et leures familles

A mes oncles ;mes tontes ;et à toute ma famille

A mes cousins et mes meilleure amis.

A tous ceux que n'ai pas cites, tous ceux quin par leur présence à mes cotes était d'une valeur inestimable.

Soulayman

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail et en premier lieu pour ceux que j'aime le plus au monde mes chers parent, à la lumière de ma vie A **ma mère** qui a toujours été à **mon** cote et qui ma encourage pendant mes études et ma tolère que dieu vous protège pour.

A mes chers frères et leure grande famille

Ames chères amis et leures familles

A mes oncles ;mes tontes ;et à toute ma famille

A mes cousins et mes meilleure amis.

A tous ceux que n'ai pas cites, tous ceux quin par leur présence à mes cotes était d'une valeur inestimable.

MOHAMMED YACINE

REMERCIEMENT :

Au terme de ce modeste travail nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nous tenons tout particulièrement à adresser nos remerciements les plus vite d'abord à notre promoteur Besbaci.M , et BELABDI.I et Salhi.O ,qui a très amiablement accepté d'encadrer ce travail.et qui a inspiré le sujet de cette thèse et guide dans sa réalisation, qu'il reçoive ici notre profonde reconnaissance ,en témoignage de notre respect.

Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner et évaluer ce travail.

Enfin,nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.

Resumé:

La gestion hormonale de la reproduction implique le recours à des traitements capables de contrôler tout à la fois l'activité lutéale et la croissance folliculaire, pour aboutir dans les plus brefs délais à l'expulsion d'un ovocyte fécondable. La synchronisation des chaleurs permet de maîtriser et d'harmoniser les cycles sexuels des femelles. Elle se pratique essentiellement dans les troupeaux bovins laitiers. Elle facilite l'insémination artificielle (IA) en se libérant des contraintes liées à la détection des chaleurs et aux déplacements. Les traitements décrits dans ce document qui peut être très utile pour un vétérinaire praticien ou un étudiant en cycle clinique.

Mots clés : bovin, vache, synchronisation, chaleur, insémination artificielle

ملخص :

وتتضمن إدارة الإنجابية الهرمونية استخدام العلاجات للسيطرة على كل شيء سواء النشاط نمو الأصفري ومسامي، وبلغت ذروتها في أقصر وقت لطرد البويضة المخصبة. تزامن الشبق يسمح للسيطرة وتنظيم دورات الإناث الجنسية. تمارس أساسا في قطعان الأبقار الحلوب. فهو يسهل التلقيح الاصطناعي (AI) عن طريق تحرير قيود الكشف عن الحرارة والتشرد. العلاجات الموصوفة هنا يمكن أن تكون مفيدة جدا للطبيب البيطري أو طالب في دورة سريرية.

كلمات البحث: البقري، بقرة، والتزامن، والحرارة، والتلقيح الاصطناعي.

ABSTRACT:

Hormonal management of reproduction involves the use of treatments capable of controlling both luteal activity and follicular growth, leading to the expulsion of a fertilizable oocyte as soon as possible. The synchronization of the heat makes it possible to control and to harmonize the sexual cycles of the females. It is practiced mainly in dairy cattle herds. It facilitates artificial insemination (AI) by freeing itself from the constraints associated with the detection of heat and displacement. The treatments described in this document that can be very useful for a veterinary practitioner or a clinical cycle student.

Key words: bovine, cow, synchronization, heat, artificial insemination.

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abbreviations

Résumé

Abstact

ملخص

Introduction.....	01
I-Hormones utilisées dans le cadre de la synchronisation de l'oestrus.....	02
1.GnRH	02
2.Prostaglandine F2 et ses analogues	02
3.Progestagènes.....	02
4.Oestrogènes.....	03
5.ECG.....	03
6.HCG.....	03
A:Protocoles à base de prostaglandine F2 α	03
1:Mode d'action.....	04
1.1:Effet d'une injection unique de prostaglandine F2 α	04
1.2:Effet d'une double injection de prostglandine F2 α	05
2:Réalisation pratique.....	06
2:1:Un ou deux injections à 11-14 jours d'intervalle protocole le plus répande.....	06
A:Description.....	06
(1)Génisses.....	06
(2) vaches.....	07
b:Posologie de la prostaglandine F2 α	08
3:Récapitulatif.....	08

A:Avantage.....	08
B:Limite d'utilisation.....	09
B:Protocoles a base de progestagènes.....	09
1:Description et mode d'action.....	09
1:1:Différents dispositifs relarguant les progestagènes.....	09
a:Spirale vaginale.....	09
b:Implant sous-cutané.....	11
1:2:Inconvénients.....	12
2:Mode d'action : role du relarguare progressif des progestagènes.....	13
a:Généralités	13
3:Ajout d'oestradiol.....	14
4:Ajout de GnRH.....	16
5:Ajout de prostaglandine F2 α	17
6:Ajout d'eCG.....	18
7:Utilisation selon le type d'animal.....	20
7.1:Exemple des spirales vaginales	20
a :vache non cyclées.....	20
b :vaches cyclées.....	21
1:vaches laitières.....	21
2:vaches allaitantes.....	22
C:vaches cyclées ou non : remplacement de l'oestradiol par la GnRH.....	23
d : Génisses.....	23
7.2: Exempes des impants sous-cutanés.....	24
a :Génisses.....	24
b : vaches laitières.....	24
c :Protocoles à base de prostaglandinne F2 α et de GnRH.....	25

c.1:Protocole GPG.....	25
1 : Présentation.....	25
c.2:Mode d'action.....	27
a :Role de la première inection de GnRH.....	27
1: Injection en metoestrus.....	28
2 : Injection lors du dioestrus.....	28
3:Effet d'une injection enfin de dioestrus.....	30
b :Role de l'injection de prostaglandine F2 α	30
c :Role de la deuxième injection deGnRH.....	31
C.3 : variations du protocole GPG.....	32
a : Autres protocols à base de GnRH et prostaglandins F2.....	32
b:Ajout d'oestrogènes:protocole Heatsynch.....	33
c:Ajout d'hCG:protocole cosynch.....	34
c.4: Dans quels cas utiliser le protocole GPG?.....	34

Liste des tableaux :

Tableau 01: influence de la dose de prostaglandine F2 α injectée sur le taux d'œstrus et sur le taux de gestation suite à l'œstrus induit ($p > 0.05$) chez 98 vaches Holstein cyclées (Garcia-Winderet Gallegos-Sanchez; 1991).....	08
Tableau02: venues en chaleurs et taux d'animaux transféré après 72 heures suit un traitement à base de progestérone chez des génisses qui réparties en trios groupes (Lane et al; 2003).....	16
Tableau 03: taux de gestation après IA sur œstrus induit par la pose d'une spirale vaginale, soit pendant 12 jours avec injection d'œstradiol le jour de la pose, soit pendant 7 jours avec injection de prostaglandine F2 α , 24 heures avant le retrait chez des génisses laitières Normandes et Holstein (a vs b: $p = 0,36$) (Detetang et al; 2004).....	18
Tableau04: taux de synchronisation suite à l'utilisation du PRID [®] ou CRESTAR [®] (a vs b : $p < 0,05$), Normande (a) et Holstein (b).(Tregaskes et al; 1994).....	18
Tableau05: posologie de l'eCG en μ l selon le type d'animal et le type dispositif (Paccard et Grimard; 1988).....	19
Tableau06: posologie de l'eCG (SYNCRO-PART PMSG) en UI en fonction du type d'élevage, de la race, de la parité et de la cyclicité au moment du traitement (DMV; 2005).....	20
Tableau07 : influence de l'intervalle entre les différents injections composant le protocole GPG sur le taux de conception (Pusley et el; 1995).....	27
Tableau08 : taux de synchronisation de la cyclicité et le taux de gestation (à j28 et à j38-58) en fonction de la parité chez 705 vaches laitières ayant reçu des traitements à base de prostaglandine F2 α et de GnRH (Carmillet al; 2001).....	33
Tableau09: comparaison des protocoles à base de prostaglandine F2 α seule, de progestagènes ou de GnRH et prostaglandine F2 α (GPG).....	34

List des figures:

Figure01:variation du délai d'apparition de l'oestrus après induction de la luteolyse par une injection de prostglandine F2 α en fonction de stade de la vague folliculaire au moment d'injection.....	05
Figure02:protocole à bas de prostglandine F2 α chez les génisses vues en chaleur après la première injection de PGF2 α	06
Figure03:protocole à bas de prostglandine F2 α chez les génisses non vues en chaleur après la première injection de PGF2 α	07
Figure04: protocole à bas de prostglandine F2 α chez les vaches vues en chaleurs après la première injection de PGF2 α	07
Figure05: protocole à bas de prostglandine F2 α chez les vaches non vues en chaleurs après la première injection de PGF2 α).....	07
Figure06:Mise en place d'une spirale vaginale photo.....	10
Figure07:Représentation Schématique du CIDR et de son applicateur.....	11
Figure08:Mise en place d'un implant sous-cutané photo.....	12
Figure09:Concentration plasmatique en progestérone 17 β -oestradiol et LH chez une génisse traitée avec une spirale vaginale et oestrogène pendant 12 jours.....	13
Figure10: Concentration plasmatique en progestérone 17 β -oestradiol, LH etFSH chez des vaches laitières avec un implant sous-cutané libérant du norgestomet pendant 9 jours et une injection d'oestradiol et de norgestomet le jour de la pose.....	14
Figure11:protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches laitières sous allaitantes non cyclées :temps de pose=12 jours.....	21
Figure12: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches laitières cyclées :temps de pose =9 à 12 jours.....	22
Figure13: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches allaitantes cyclées :temps de pose =9 à 12 jours.....	22
Figure14: protocole de synchronisation utilisant une spirale chez les vaches cyclées avec remplacement de l'oestradiol par la GnRH : temps de pose = 7 à 9 jours.....	23

Figure15:protocol de synchronisation utilisant une spirale chez les génisses cyclées ou non, laitières ou allaitantes : temps de pose= 7 à 12 jours.....	23
Figure16:protocol de synchronisation utilisant un implant chez les génisse laitières	24
Figure17: protocol de synchronisation utilisant un implant chez les vaches laitières.....	25
Figure18:protocol de synchronisation utilisant GnRH et prostaglandine F2 α chez les vaches laitières :protocol GPG.....	26
Figure19: Effet de la mise en place du protocole GPG (GnRH-PGF2 α –GnRH) en metoestrus.	28
Figure20: Effet de la mise en place d'un protocole GPG (GnRH –PGF2 α -GnRH) lors du dioestrus CJ II corps jaune secondaire.....	30
Figure21:Effet de la mise en place d'un protocole GPG (GnRH-PGF2 α –GnRH) en fin de dioestrus	31
Figure22:Illustration du mode d'action simplifié du protocole GPG	32

Liste des abbreviations:

eCG: Equine Chorionique Gonadotropin

E2 : Oestradiol 17 β

FSH: Folliculo Stimulating hormone ou Follitropine

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone ou Gonadolibérine

GPG : Gonadolibérine –Prostaglandine F2 α Gonadolibérine

hCG : HomanChionicGonadotropin

IA : Insémination Artificielle

LH : Luteinizing Hormone ou Lutropine

n: Nombre d'animaux

PGF2 α : Prostaglandine F2 α

PMCG : Prostaglandine Mare Serum Gonadotropin

UI : Unités Internationales

Vs : Versus