

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة ابن خلدون تيارت

Université Ibn Khaldoun de TIARET

معهد علوم البيطرة

Institut des Sciences Vétérinaires

قسم الصحة الحيوانية

Département de santé animale



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

Présenté par : **KOBOUCH Azzeddine**  
**DAHMANI Hiba Hadil**

Thème :

**Comparaison entre deux protocoles de synchronisation des chaleurs chez la vache allaitante dans la ferme expérimentale de l'université de Tiaret**

Soutenu publiquement le :

**Jury :**

**grade**

<b>Président :</b> HALLOUZ Hadj Feghoul	Maitre de conférences A	Institut des sciences vétérinaires Tiaret
<b>Encadrant :</b> AYAD Mohamed Amine	Maitre de conférences A	Institut des sciences vétérinaires Tiaret
<b>Co-encadrant :</b> SAFER Imen	Doctorante	Institut des sciences vétérinaires Tiaret
<b>Examineur I :</b> SAIM Mohamed Said	Maitre de conférences A	Institut des sciences vétérinaires Tiaret
<b>Examineur II :</b> DERRAR Sofiane	Maitre de conférences A	Institut des sciences vétérinaires Tiaret

Année universitaire 2022/2023

## REMERCIEMENTS

*Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant pour  
m'avoir donné la force, la volonté et la patience durant  
toutes mes années d'étude.*

*Je dois remercier particulièrement:*

**MR AYAD MOHAMED AMINE**, mon directeur de these pour  
*Avoir accepté de diriger ce travail et pour ses conseils et ses  
orientations tout au long de ce travail.*

## *Dédicaces*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à;  
Celui qui m'a toujours en courage et soutenu Durant toutes  
mes années d'étude , merci pour ton amour et ta confiance*

*totale . . . à toi très cher Père **KHALED***

*Celle qui m'a tant bercé , tant donné , et tant enseigné , toi qui  
m'a guidé dans le droit chemin , toi qui m'appris que rien*

*n'est impossible. . . à toi ma Maman **KHAIRA***

*Je le dédie aussi: à ma chère Sœur **FATIHA***

*À tous mes amis*

*À mes chers amis **Mokhtar . Hichem , Ahmed , Hamida . HADJL , Baghdad , Oussama,***

*Ama fiancé **NADJA***

*Aux membres de ma famille qui ont été présents pour moi quand  
j'avais besoin d'eux.*

*À tous mes enseignants , je leurs exprime ma profonde gratitude.*

*À tous les étudiants de la spécialité science vétérinaire de tiaret..*

*Et à tous ceux que j'aime.*

*Azeddine*

## REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire,  
monsieur **Ayad Mohamed Amine**.

Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Mes remerciements vont pour les membres de jury

**Dr HALLOUZ Hadj Feghouf**

**Dr SAJM Mohamed Said**

**Dr DERRAR Sofiane**

Pour leurs acceptation d'évaluer notre these de fin d'étude

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes  
les personnes qui par leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me  
rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très **chers parents**, qui ont toujours été là pour moi.

Je remercie ma sœur unique **Nidel** et mon beau frère **Hamza**, pour leurs  
encouragements.

Enfin, je remercie mes amis **Akram, Azzedine, Amani, Imane, Malak** qui  
ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements  
ont été d'une grande aide.

À tous ces intervenants, mon respect et ma gratitude.

## *Dédicaces*

*Merci Allah (mon Dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire " Ya Karim ".*

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère " Fatima El Zahraa " l'école de mon enfance, qui m'a entouré d'amour, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, que dieu la garde " je t'aime maman ".*

*À mes adorables chats " Rosa, Achly, Michou, Flonna, Bella ", que Dieu les gardes.*

*Hadil*

## **RESUME :**

La synchronisation des chaleurs permet de maîtriser et d'harmoniser les cycles sexuels des femelles, elle est pratiquée essentiellement dans les troupeaux de bovins laitiers. Elle facilite l'insémination artificielle en se libérant des contraintes liées à la détection des chaleurs et aux déplacements.

Dans notre travail on a utilisé deux protocoles le premier est celui du PRID Delta plus PGF2 alpha et eCG, et le deuxième est le G-P-G (Ovsynch). Le premier protocole à base de progestagènes nous a donné des chaleurs identiques après 48h de retrait sur tous les femelles et un taux de gestation de 66.66%. On d'autre part le deuxième protocole à base de GnRh et Prostaglandines à montrer une mauvaise synchronisation des vaches avec une moyenne variant de 24 à 60h après la deuxième injection de GnRh avec un taux de gestation de 75%. En conclusion les deux protocoles ont montré leurs intérêts dans la synchronisation et l'induction des chaleurs dans l'élevage allaitant de notre expérimentation

**Mots clés :** Bovin, Insémination artificielle, synchronisation des chaleurs, saillie naturelle

## **ABSTRACT :**

Heat synchronization allows to control and harmonize the sexual cycles of the females, it is practiced mainly in the herds of dairy cattle. It facilitates artificial insemination by free mating itself from the constraints related to heat detection and movement.

In our work we used two protocols the first is the PRID Delta plus PGF2 alpha and eCG, and the second is the G-P-G (Ovynch). The first progestagen-based protocol gave us identical heat after 48 hours of withdrawal on all females and a gestation rate of 66.66%. On the other hand the second protocol has GnRh and Prostaglandins based to show poor synchronization of cows with an average of 24 to 60h after the second GnRh injection with a gestation rate of 75%. In conclusion the two protocols have shown their interests in the synchronization and induction of heat in the suckling breeding of our experiment

**Keywords:** Cattle, Artificial insemination, heat synchronization, natural breeding

## ملخص :

تزامن الشبق يسمح بالتحكم في الدورات الجنسية للإناث و إنسجامها ، ويمارس بشكل رئيسي في قطعان الأبقار الحلوب. إنه يسهل عملية التلقيح الاصطناعي عن طريق تحرير نفسه من القيود المرتبطة بالكشف عن الشبق. في عملنا هذا استخدمنا إثنان من البروتوكولات الأول هو بروتوكول PRID Delta إضافة إلى PGF2 Alph و ECG ، والثاني هو-GNRH-PGF2alpha (Ovsynch). أعطانا البروتوكول الأول المستند على البروجستاجين حالات شبق متطابقة بعد 48 ساعة من سحب ال PRID Delta على جميع الإناث بمعدل الحمل %66.66. من ناحية أخرى ، يعتمد البروتوكول الثاني على GnRH والبروستاجلاندين أظهر حالات تزامن ضعيفة للأبقار بمتوسط يتراوح من 24 إلى 60 ساعة بعد الحقن الثاني من GnRH بمعدل حمل %75 . في الختام ، أظهر البروتوكولان أهميتهما في تزامن وتحريض الشبق في قطعان الأبقار الحلوب في تجربتنا

**الكلمات المفتاحية :** ماشية الأبقار ، التلقيح الاصطناعي ، تزامن الشبق ، التلقيح الطبيعي

# SOMMAIRE

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

RESUME (Français)

RESUME (Anglais)

RESUME (Arabe)

INTRODUCTION

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I :

#### RAPPEL ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE

##### PREMIERE PARTIE :

##### RAPPEL ANATOMIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE

<b>1. LES OVAIRES :</b> .....	<b>03</b>
<b>1.1 Structure de l'ovaire:</b> .....	<b>04</b>
<b>1.2. Les Follicules:</b> .....	<b>04</b>
• Les follicules primordiaux:.....	<b>04</b>
• Les follicules en croissances :.....	<b>04</b>
• Le corps jaune:.....	<b>05</b>
<b>2. LES VOIES GENITALES :</b> .....	<b>06</b>
<b>2.1. La vulve et le vagin :</b> .....	<b>06</b>
<b>2.2. Le col de l'utérus ou cervix :</b> .....	<b>06</b>
<b>2.3 Le corps de l'utérus :</b> .....	<b>06</b>
<b>2.4. Les oviductes :</b> .....	<b>07</b>

## DEUXIEME PARTIE :

### RAPPEL PHYSIOLOGIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE

<b>1. GENERALITES SUR LE CYCLE ŒSTRAL DE LA VACHE :</b> .....	<b>09</b>
<b>2.CROISSANCE FOLLICULAIRE AU COURS DU CYCLE ŒSTRAL :</b> .....	<b>10</b>
2.1.Croissance folliculaire pré-antrale:.....	11
2.2.Recrutement :.....	11
2.3.Sélection :.....	12
2.4.Dominance :.....	12
<b>3. LES PROTOCOLES DE LA MAITRISE DES CYCLES:</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.Hormones hypothalamo-hypophysaires :</b> .....	<b>14</b>
3.1.1. Hormones hypothalamiques :.....	14
3.1.2. Gonadotrophines hypophysaires (FSH et LH) :.....	14
<b>3.2.Hormones stéroïdiennes :</b> .....	<b>16</b>
3.2.1. Œstrogènes :.....	16
3.2.2. Progestérone :.....	16

## CHAPITRE II :

### LA SYNCHRONISATION ET L'INDUCTION DES CHALEURS

<b>1. DEFINITION DE LA SYNCHRONISATION DES CHALEURS :</b> .....	<b>18</b>
1.1.indication de la synchronisation :.....	18
1.2.Indication de la l'induction des chaleurs :.....	18
<b>2. GESTION HORMONALE DE LA REPRODUCTION BOVINE :</b> .....	<b>18</b>
2.1.Contrôle hormonal de la fonction de reproduction chez les femelles :.....	18
<b>3. LES PROTOCOLES DE LA MAITRISE DES CYCLES:</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1. les protocoles a base de prostaglandine.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. les protocoles a base de progestagenes.....</b>	<b>22</b>
3.2.1. Le dispositif intravaginal (La spirale vaginale).....	23
3.2.2. L'implant sous-cutané .....	26
3.2.3.Les progestagènes associés à l'œstradiol .....	29
3.2.4. Le nouveau protocole <b>CRESTAR SO®</b> : progestagène sans œstrogène .....	31
<b>3.3. les protocoles a base de gonadotropin releasing hormone « GNRH » .....</b>	<b>32</b>
3.3.1.Le protocole GPG :.....	33

3.3.2. Le protocole GP :.....	34
<b>4. COMBINAISON DES PROTOCOLS :.....</b>	<b>36</b>

**ETUDE EXPERIMENTALE**

**PREMIERE PARTIE**

<b>L’OBJECTIF DE L’ETUDE :.....</b>	<b>38</b>
<b>MATERIEL.....</b>	<b>38</b>
• Animaux.....	38
• produits de synchronisation des chaleurs :.....	38
• L’alimentation :.....	39
• Evaluation de l’état corporel :.....	39
<b>PROTOCOLE EXPERIMENTALE :.....</b>	<b>41</b>
• Le premier protocole de synchronisation <b>PRID®Delta</b> :.....	41
• Le deuxième protocole de synchronisation <b>GPG</b> :.....	44

**DEUXIEME PARTIE**

<b>LES RESULTATS .....</b>	<b>47</b>
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>55</b>

**TABLE DES ILLUSTRATIONS :**

**PARTIE BIBLIOGRAPHIE**

**LES FIGURES :**

<b>Figure 01 : Ovaires de vache(cfppa.fr; 2000).....</b>	<b>03</b>
<b>Figure02 :diagramme ovarien repésentant les étapes dudéveloppement folliculaire vers l'ovulation et le corps jaune ou l'atrésie (Anonyme 3).....</b>	<b>05</b>
<b>Figure 03 : Le follicule de De Graaf ou follicule mûr (cfppa.fr; 2000).....</b>	<b>05</b>
<b>Figure 04 : L'Appareil génital de la vache avec un schéma (cfppa.fr; 2000).....</b>	<b>08</b>
<b>Figure 05: anatomie de l'appareil génital de la vache (Budras ;2003).....</b>	<b>08</b>
<b>Figure 06 : cycle œstral chez la vache (d'après WATTIAUX, 2000).....</b>	<b>10</b>
<b>Figure 07 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (d'après WEBB, 1999).....</b>	<b>11</b>
<b>Figure 08 : Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez lavache (d'après ENNUYER, 2000).....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 09 : Régulations hormonales au cours du cycle sexuel (CEVA, 2013).....</b>	<b>14</b>
<b>Figure 10:Schéma de l'effet du protocole à base de prostaglandine sur le cycle œstral de la vache lorsque la 1ère injection de prostaglandine est effectuée au 3ème jour du cycle (Chastant- Maillard, 2005).....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 11: Protocole de synchronisation à base de prostaglandine F2<math>\alpha</math> (Grimard et al. , 2003).....</b>	<b>21</b>
<b>Figure 12 : Schéma du protocole à base de prostaglandine (Chastant- Maillard, 2005).....</b>	<b>21</b>
<b>Figure 13 : Le dispositif intra-vaginal CIDR® et son applicateur (Site:www.iowabeefcenter.com).....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 14 : PRID® spirale vaginale imprégnée de progestérone et présentant une capsule de benzoate d'œstradiol.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 15: Spirale vaginale (PRID®) positionnée sur le pistolet applicateur et prête à être introduite dans le vagin.....</b>	<b>25</b>
<b>Figure 16: Protocole de synchronisation à base de progestagènes (Grimard et al., 2003).....</b>	<b>26</b>
<b>Figure 17 : Implant sous-cutané et l'implanteur (trocart).....</b>	<b>27</b>
<b>Figure 18 : Traitement à base d'implants sous-cutanés pour l'induction et la synchronisation de l'œstrus (modifié d'après Aguer, 1981).....</b>	<b>27</b>

Figure 19: Schéma du protocole à base de progestagène ou de progestérone (ChastantMaillard., 2005).....	24
Figure 20: Protocole CRESTAR:Valérate d'œstradiol, implant de Norgestomet et eCG .....	30
Figure 21: Nouveau protocole CRESTAR SO®.....	31
Figure 22: Description du protocole GPG (Grimard et al., 2003).....	35
Figure 23: Schéma du protocole GP utilisé dans l'essai clinique.....	35

## PARTIE EXPERIMENTALE

### LES FIGURES :

Figure 01 :PRID® DELTA.....	39
Figure 02 : applicateur du PRID® .....	39
Figure 03 : le produit du PGF <sub>2</sub> α DALMAZIN® .....	39
Figure 04 : eCG® 1000 UI.....	39
Figure 05: les gaines d'insémination artificielle.....	39
Figure 06: les paillettes d'insémination.....	39
Figure 07 : Tube conique15ml pour la collecte de la semence.....	40
Figure 08: le vagin artificiel et le sperme que nous avons récolté.....	40
Figure 09: Gel lubrifiant non spermicide.....	40
Figure 10 : 1 <sup>er</sup> vache (14/60) note 2.....	41
Figure 11 : 2 <sup>ème</sup> vache (14/65) note 2.7.....	41
Figure 12 : 3 <sup>ème</sup> vache (14/58) note 3.....	41
Figure 13 : 4 <sup>ème</sup> vache (14/21) note 3.....	41
Figure 14 : 5 <sup>ème</sup> vache (14/82) note 3.....	41
Figure 15 :7 <sup>ème</sup> vache (14/86) note 03.....	42
Figure 16 :8 <sup>ème</sup> vache (14/56) note 3.5.....	42
Figure 17 : L'injection de PGF2alpha .....	45
Figure 18: palpation du col utérine.....	45
Figure 19 : acte de l'insémination artificielle.....	45
Figure 20 : monte passive des vaches synchronisés (1) avec insémination naturelle (2).....	48
Figure 21 : monte passive des vaches synchronisés (1) avec insémination naturelle (2).....	48

**LES TABLEAUX :**

<b>Tableau 01: Identification des animaux de l'étude.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 02 : l'application de l'échographe le jour de la pose de PRID®:.....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau 03 : les dates d'insémination et les jours de diagnostique de gestation par l'écho.....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 04 : moment d'apparition des chaleurs de chaque vache des deux lots expérimentales..</b>	<b>49</b>
<b>Tableau 05 : les résultats du diagnostique échographique des lots synchronisés.....</b>	<b>50</b>

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**CJ : corps jaune.**

**CIDR: Control Internal Drug Release**

**eCG : equine Gonadotropin Hormone**

**FD : follicule dominant.**

**FLV: Race bovine Fleckvieh**

**FSH: Folliculo Stimulating Hormone**

**GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone**

**hCG : humanChorionicGonadotropin**

**IOV : Inactivité ovarienne.**

**IA: InséminationArtificielle**

**IVV: Intervalle vêlage – vêlage**

**IVJIA : Intervalle Vêlage Jour de l'Insémination Artificielle**

**J: Jour**

**K : Kyste.**

**LH:Luteinizing Hormone**

**MB: Race bovine Montbeliarde**

**ml : millilitre.**

**mm : millimètre.**

**Ng/ml : nanogramme par millilitre**

**NG : nannogramme.**

**PNH: Race bovine Prim'Holstein**

**PF : petits follicules.**

**PGF2 $\alpha$ : Prostaglandine F2 alpha**

**PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin**

**PIH:Prolactininhibiting hormone**

**PPM: partie par million (= mg/kg)**

**SB: Score Body**

**PRID : progesterone releasing intravaginal device..**

**SC : sous cutané.**

**T : temps.**

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION :

La reproduction constitue un élément important de la rentabilité des élevages bovins qu'ils soient laitiers ou allaitants. L'objectif technico-économique historiquement utilisé en élevage bovin est celui d'un veau par vache et par an. Cependant, dans les élevages laitiers performants, cet objectif est difficilement atteignable et un intervalle vêlage-vêlage de 14 mois est considéré comme acceptable.

L'utilisation de protocoles hormonaux de synchronisation des chaleurs facilite le travail de l'éleveur et lui permet de regrouper ses vêlages. Ces protocoles ont été développés dans les années 70. Ils visaient à maîtriser la phase lutéale, soit en la raccourcissant avec des prostaglandines F2alpha chez les femelles cyclées, soit en la mimant artificiellement avec des progestagènes, chez les femelles cyclées ou non cyclées. Au cours des 50 dernières années, ces protocoles ont évolué, en fonction des avancées scientifiques, des évolutions sociétales et des modifications réglementaires sur l'utilisation des hormones en élevage bovin. Le développement de l'insémination est facilité par l'utilisation des protocoles de synchronisation des chaleurs, même si ce mode de reproduction reste minoritaire en élevage allaitant. Cette tendance s'inverse en élevage laitier, puisque 52% des troupeaux utilisent exclusivement l'insémination, alors que 9% d'entre eux pratiquent uniquement la monte naturelle **(Bidan et al., 2020)**.

En élevage laitier, les évolutions du prix du lait ou la disponibilité des ressources fourragères peuvent orienter le choix de la période de vêlage. Le regroupement des mises bas peut se faire grâce à des protocoles de synchronisation de l'œstrus **(Grimard et al., 2003)**.

Pour maîtriser cette variabilité de nombreux protocoles de synchronisation et d'induction de l'œstrus à base de molécules comme la progestérone, les œstrogènes ou les prostaglandines sont déjà couramment utilisés et permettent de regrouper les animaux en lots homogènes.

L'objectif de notre travail consiste à comparer l'efficacité de deux méthodes de synchronisation des chaleurs chez la vache allaitante un premier protocole associant la progestérone, les prostaglandines et l'eCG et un deuxième associant la GnRh et les prostaglandines (Ovsynch).

# **Chapitre I :**

**Rappel anatomo-physiologique de l'appareil  
génital de la vache**

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

## Première partie :

### Rappel anatomique de l'appareil génital de la vache :

L'appareil génital de la vache se situe entièrement dans la cavité générale. Il a pour rôles de produire des gamètes femelles ou ovocytes et de permettre le développement puis l'expulsion fœtus. (DUDOUET, 1999).

**Cet appareil reproducteur comporte trois grandes portions :**

- **Une portion glandulaire** : constituée par les ovaires jouant une double fonction : gamétogénèse assurant l'ovogénèse, et endocrine commandant (sous le contrôle hypothalamo-hypophysaire) l'activité génitale par la sécrétion des hormones œstrogènes et progestative ;
- **Une portion tubulaire** : constituée par l'utérus (qui reçoit l'œuf fécondé, permet son implantation et assure sa nutrition pendant la gestation), les trompes utérines (qui captent les ovocytes et sont le siège de la fécondation) ;
- **Le sinus uro-génital** : formé du vagin et une région orificielle qui constitue la vulve. Le vagin est le lieu de copulation et la porte de sortie du veau à la naissance. (DUDOUET, 1999)

**Cet appareil comprend :**

#### 1. les ovaires :

Ces organes sont au nombre de deux, suspendus près de l'entrée du bassin, ce qui permet de les atteindre par voie rectale. Chaque ovaire a la forme d'une amande de 4 cm de longueur sur 2,5cm de largeur et 1,5 cm d'épaisseur (voir figure 01). C'est la glande génitale de la vache. Ils élaborent des gamètes femelles et produisent des hormones (BARONE, 1978).

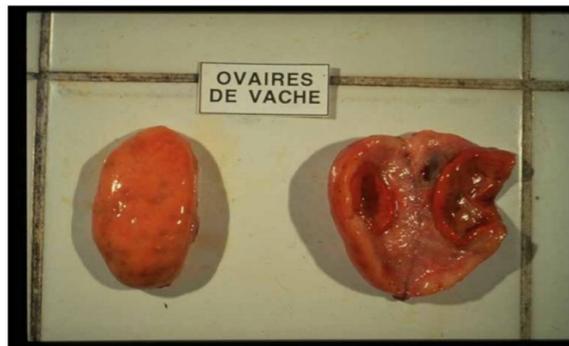


Figure 01 : Ovaires de vache(cfppa.fr; 2000)

## Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

Ils sont logés dans une dépendance du péritoine : les bourses ovariennes. Ils sont suspendus à la région lombaire par le **ligament large**. Ils produisent les cellules reproductrices femelles contenues dans de petits sacs : les follicules de De Graaf.(**BARONE, 1978**).

### 1.1 Structure de l'ovaire:

On distingue deux zones :

- **Une zone centrale ou zone médullaire**, qui a un rôle nourricier. Elle renferme les nerfs, les vaisseaux sanguins. Elle est composée d'un tissu conjonctif.
- **Une zone périphérique ou zone corticale**. C'est la zone fertile de l'organe. On y trouve les ovules à divers stades de développement.(**BARONE, 1978**).

### 1.2. Les Follicules :

Les follicules se nomment de façons différentes. Selon leur stade d'évolution et de développement(voir **Figure 03**),on distingue :

- **Les follicules primordiaux**;
- **Les follicules en croissance**, qui contiennent:
  - Les follicules primaires** : en nombre défini et en stock dès la naissance de la femelle bovine (400.000 follicules).
  - Les follicules secondaires** : ou pleins, mesurant 100 microns;
  - Les follicules tertiaires ou cavitaires** : mesurant 5 millimètre; caractérisé par la formation de l'antrum rempli de liquide folliculaire ;
  - Le follicule mûr ou follicule de De Graaf** : Ils sont très gros de 20 mm de diamètre, il se caractérise par la libération d'un ovocyte en éclatant l'albuginée.(**BARONE, 1978**).(Figure 03).

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

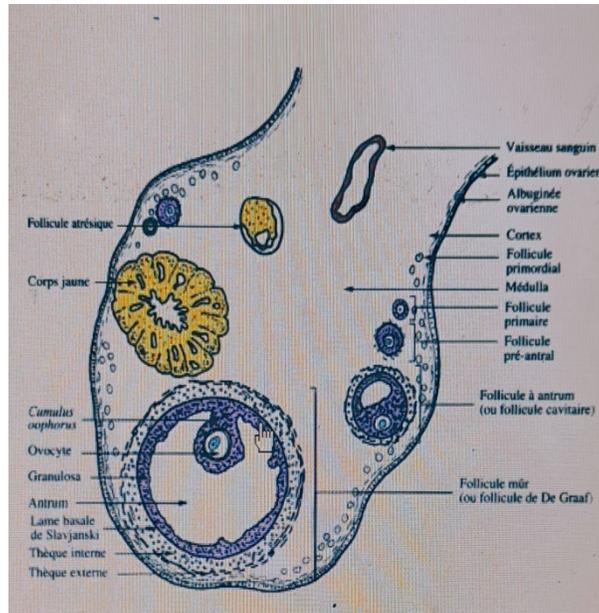


Figure 02 : diagramme ovarien représentant les étapes du développement folliculaire vers l'ovulation et le corps jaune ou l'atrésie (Anonyme 3)

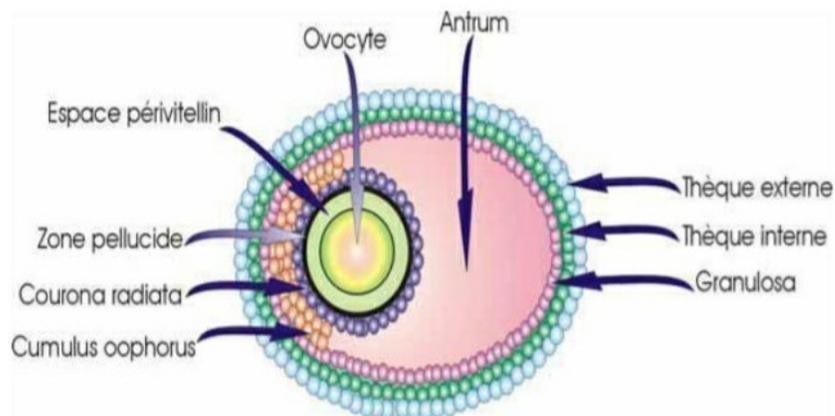


Figure 03 : Le follicule de De Graaf ou follicule mûr (cfppa.fr; 2000)

- Le corps jaune :

Le follicule se transforme en corps jaune à partir des cellules lutéiniques par la libération de l'ovule,

## **Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache**

laissant apparaître la granulosa qui se charge de graisse et prend peu à peu une coloration jaunâtre (les cellules de la granulosa vont se transformer en cellules lutéiques). On distingue un corps jaune gestatif et un corps jaune périodique. Il va produire la progestérone et persistera si la fécondation a eu lieu.

L'ovaire est très riche en vaisseaux sanguins : diffusion des 2 hormones, réception des hormones de l'hypophyse, nutrition des follicules. (BARONE, 1978).

### **2. Les voies génitales :**

Les voies génitales ou tractus génital dans lequel on trouve de l'extérieur vers l'intérieur (voir figure 04 et figure 05) sont :

#### **2.1. La vulve et le vagin :**

C'est l'organe d'accouplement et l'endroit où la semence est déposée lors de la saillie (BARIL *et al.* 1993). Le vagin est lisse et sans muscle. Il libère un mucus bactéricide et qui facilite les passages du fœtus et du pénis. L'hymen est une fine membrane qui sépare le vagin et la vulve. Il est rompu lors du premier coït. En avant de l'hymen débouche le canal d'évacuation de l'urine : le méat urinaire. Ce dernier est cerné par les deux orifices des glandes de Bartholin (fonction de lubrification pendant les chaleurs et la mise-bas.). Extérieurement, la vulve se termine par deux lèvres. On trouve à leur jointure: le clitoris ; organe érectile représentant un vestige embryonnaire de la verge.

#### **2.2. Le col de l'utérus ou cervix :**

Le col de l'utérus est un muscle qui isole l'utérus du milieu extérieur. Il mesure environ 10 cm de longueur, assurant ainsi une étanchéité pendant la gestation grâce au bouchon muqueux très abondant .

Il met l'embryon ou le fœtus à l'abri des invasions microbiennes. Ce col s'ouvre uniquement au moment des chaleurs et de la mise bas. Il fait sailli à l'intérieur du vagin par un bourrelet strié que l'on appelle : fleur épanouie (BARIL *et al.* 1993) (voir figure 04 et 05).

#### **2.3. Le corps de l'utérus :**

Représenté par la jonction de deux cornes utérines ; qui sont tapissées intérieurement de cotylédons qui s'hypertrophient pendant la gestation. En effet, cette paroi intérieure est plissée, riche en glandes et tapissée de tubercules arrondis les caroncules qui permettent d'attacher les enveloppes embryonnaires (dans le cas d'une placentation cotylédonaire).

## Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

L'utérus est en relation avec le vagin par le col de l'utérus.(BARIL *etal.* 1993)

**La paroi de l'utérus est formée de 2 tissus :**

- **l'endomètre ou muqueuse utérine** : Une couche interne irriguée et creusée de cryptes qui ont pour rôle de permettre la fixation de l'œuf et assurer la nutrition du fœtus et la production d'hormones;
- **le myomètre**: Une couche externe musculeuse composée de fibres lisses qui est un muscle permettant les contractions lors de la mise-bas; Il varie peu d'épaisseur pendant les phases du cycle.(BARIL *etal.* 1993)

L'utérus a **3 fonctions**:

- **Endocrine** : Il produit des prostaglandines;
- **Fonctionnelle** : Assure la gestation;
- **Mechanique**: Expulsion de fœtus.

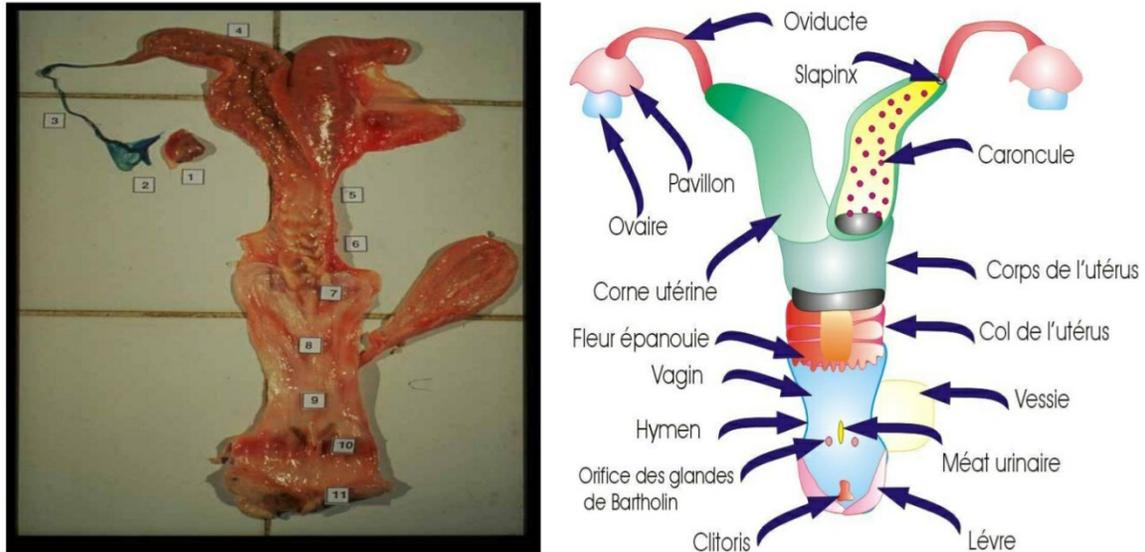
### 2.4. Les oviductes :

On le dénomme également : trompe utérine, trompe de Fallope ou salpinx. C'est le canal qui débute à proximité de l'ovaire par un élargissement : le pavillon.

L'oviducte est tapissé de cils vibratiles; il se termine par la jonction salpingo-utérine et débouche dans la corne utérine.

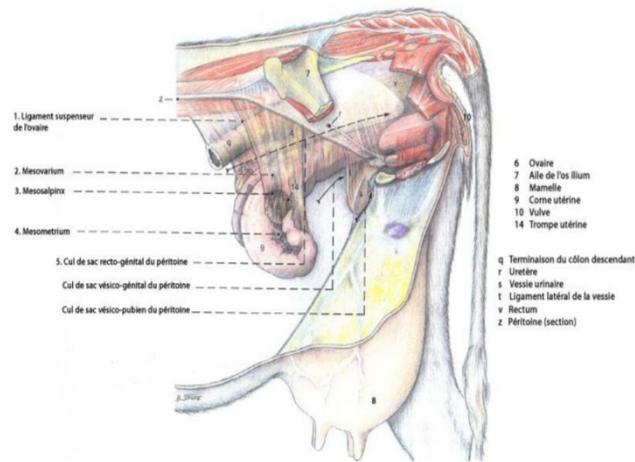
Le pavillon coiffe l'ovaire et recueille l'ovocyte. La fécondation a lieu dans l'ampoule (1/3 supérieur de l'oviducte). L'isthme joue le rôle de filtre à spermatozoïdes et ne laisse passer que les plus vigoureux. Des cils favorisent la progression des spermatozoïdes.(BARIL *etal.* 1993)

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache



**Figure 04: L'Appareil génital de la vache avec un schéma (cfppa.fr; 2000)**

1 : Ovaire – 2 : Le pavillon – 3 : Ovuducte – 4 : Corne utérine – 5 : Corps de l'utérus – 6 : Col de l'utérus (Cervix) – 7 : La fleur épanouie – 8 : Le vagin – 9 : L'hymen – 10 : Le méat urinaire – 11 : Les 2 lèvres



**Figure 05: anatomie de l'appareil génital de la vache (Budras ;2003)**

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

## DEUXIEME PARTIE

### Rappel physiologique de l'appareil génital de la vache :

#### 1. Généralités sur le cycle œstral de la vache :

La vache est une espèce poly estrienne, son activité sexuelle cyclique est continue tout au long de l'année. En effet, sa sexualité n'est pas saisonnée contrairement à ce qui s'observe chez d'autres espèces de mammifères. Toutefois, des facteurs tels que l'alimentation, la race, l'âge, les conditions d'élevage peuvent influencer l'activité sexuelle de la vache.

L'activité sexuelle débute à la puberté, qui intervient en moyenne à l'âge de 10 à 15 mois selon les races, lorsque l'animal atteint 50 % à 60 % de son poids adulte pour les races laitières contre 70 % pour les races allaitantes (**Grimardet al., 2017**). Dès lors la génisse va présenter de manière cyclique, dans des conditions d'élevages favorables, des modifications de son comportement appelées chaleurs (ou indifféremment œstrus). Ce stade du cycle est caractérisé par l'acceptation par la femelle de l'accouplement avec le mâle et correspond à la période à laquelle elle peut être fécondée. En cas de gestation, cette activité cyclique est interrompue.

Dans l'espèce bovine, un cycle sexuel dure en moyenne 21 jours (entre 19 et 23 jours) pour une femelle multipare et en moyenne 20 jours pour une génisse (**Savioet al., 1990**).

Au cours du cycle sexuel, des modifications interviennent à différents niveaux et affectent :

- le comportement,
- les ovaires,
- le tractus génital,
- les concentrations hormonales.

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

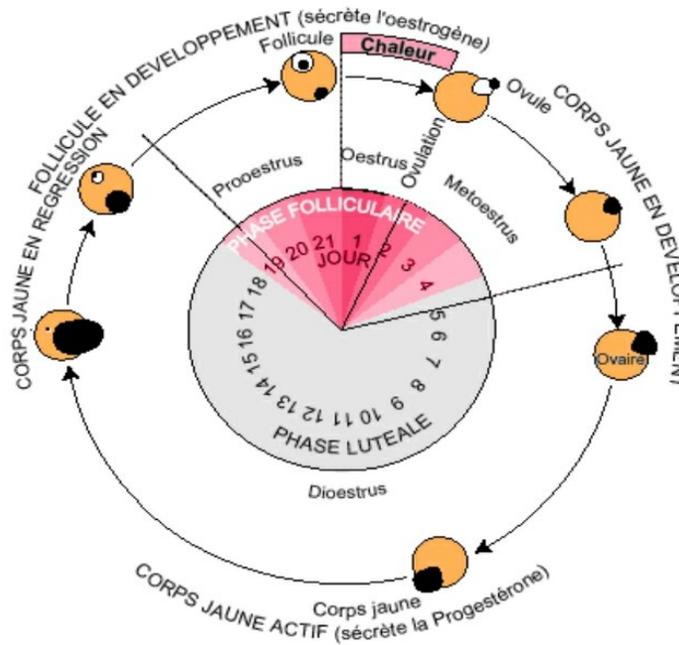


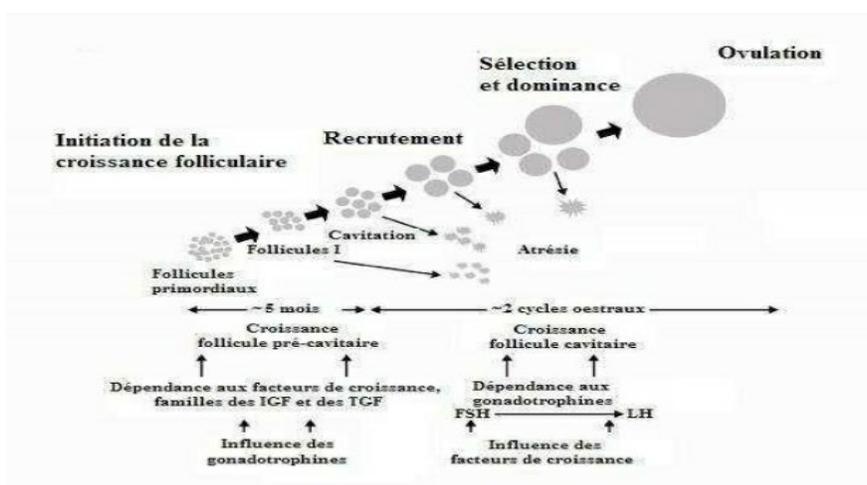
Figure 06 : cycle œstral chez la vache (d'après WATTIAUX, 2000).

## 2. Croissance folliculaire au cours du cycle œstral :

Les stades initiaux de la folliculogénèse se produisent indépendamment des gonadotrophines (WEBB et al, 2003).

En revanche, la FSH et la LH deviennent indispensables au développement des follicules dès le début de la maturation, grâce à une action synergique séquentielle mais aussi parfois simultanée. Ces hormones sont animées d'une sécrétion de base « tonique » à caractère pulsatile de faible fréquence mais aussi à intervalles réguliers, puis 24 heures avant l'ovulation, d'une décharge importante de courte durée, décharge « cyclique » ou ovulatoire, également pulsatile mais de haute fréquence.

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache



**Figure 07 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (d'après WEBB, 1999).**

## 2.1. Croissance folliculaire pré-antrale:

Ce phénomène continu démarre lors de l'entrée en croissance des follicules primordiaux, à partir de la sortie du stock, jusqu'à la taille de 5 mm. Les gonadotrophines ne sont probablement pas indispensables dans l'initiation de la croissance folliculaire (MCNATHY *et al*, 1999), bien que les ARNm des récepteurs à FSH et à LH semblent apparaître précocement (BAO *et al*, 1998).

La régulation de cette première phase, dite non gonadodépendante, semble être largement assurée par des facteurs locaux, à l'origine d'interactions entre les cellules de la granulosa et l'ovocyte : activines, inhibines, protéines BMP (Bone Morphogenetic Proteins), facteurs de croissance, en particulier IGF (Insulin-like Growth Factor), BFGF (Basic Fibroblast Growth Factor), EGF (Epidermal Growth Factor) et TGF  $\beta$  (Transforming Growth Factor  $\beta$ ), ... (MCNATTY *et al*, 1999 ; WEBB *et al*, 2004).

## 2.2. Recrutement:

La formation de l'antrum coïncide avec l'acquisition d'une dépendance du développement folliculaire vis-à-vis des gonadotrophines. Au cours de la maturation folliculaire, les cellules de la granulosa acquièrent des récepteurs spécifiques à la FSH. La sécrétion de la FSH va provoquer à leur niveau deux effets biologiques : d'une part, grâce à l'action conjointe de l'IGF-I, la stimulation de l'aromatation

## Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

des androgènes, fournis par les cellules de la thèque, en œstrogènes ; d'autre part, l'apparition de récepteurs à LH sur les membranes cellulaires, toujours en relation avec l'IGF-I. Les œstrogènes synthétisés grâce à l'action synergique de la FSH et de la LH stimulent la multiplication des cellules de la granulosa, induisant la croissance du follicule et le développement de la cavité antrale remplie de liquide folliculaire (ENNUYER, 2000 ; FIENI *et al*, 1995). L'IGF-II produit par les cellules thécales, serait le principal facteur ovarien de croissance folliculaire impliqué dans la régulation de la croissance des follicules cavitaires chez la vache (WEBB *et al*, 1999).

### 2.3. Sélection:

Lors de la sélection, l'augmentation de la fréquence des pulses de LH stimule la production d'œstradiol et d'inhibine par la granulosa des gros follicules. Œstradiol et inhibine agissent conjointement en réduisant progressivement la sécrétion de la FSH, réduction responsable de la sélection (WEBB *et al*, 1999). En effet, la prévention de la chute de FSH par injection de cette hormone à petite dose conduit à une poly ovulation (ENNUYER, 2000 ; FIENI *et al*, 1995).

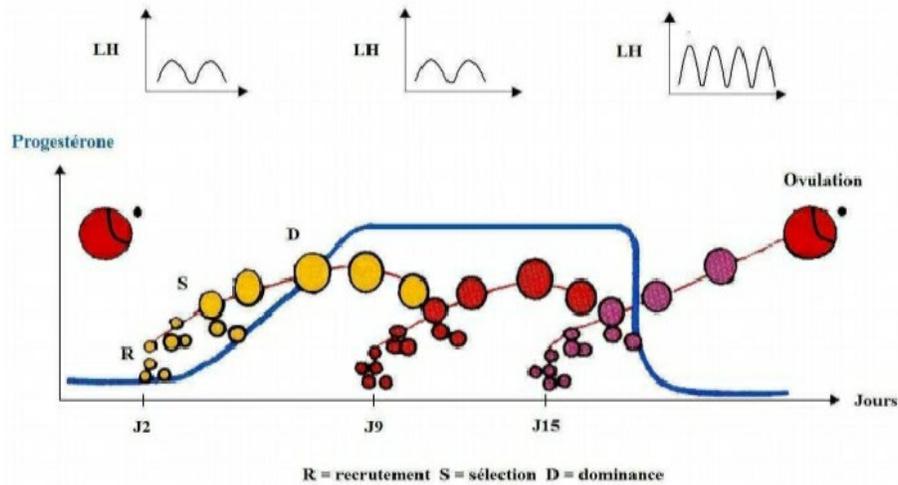
Lorsqu'un follicule dominant a acquis suffisamment de récepteurs à LH pour lui permettre de subsister quand le taux de FSH diminue, il sécrète de grandes quantités d'œstrogènes et continue à croître en raison de l'augmentation de sa propre sensibilité à la FSH et à la LH, et par production de facteurs locaux, notamment des IGF. L'action de l'IGF-I semble régulée par la concentration en ses protéines-ligands, les IGFBP (Insulin-like Growth Factor Binding Proteins) : une diminution de la concentration en IGFBP, entraînant une plus grande biodisponibilité de l'IGF-I, serait déterminante dans le mécanisme d'acquisition de la dominance (AUSTIN *et al*, 2001 ; MONGET *et al*, 2002). La sécrétion réduite de FSH ne permet plus en revanche la croissance des follicules non sélectionnés (ENNUYER, 2000).

### 2.4. Dominance:

La LH induit la synthèse de progestérone par les cellules de la granulosa. La progestérone a un effet inhibiteur sur la production de 17- $\beta$ -œstradiol : ainsi, sa sécrétion par le follicule dominant maintient les autres follicules dans un état d'immaturité en inhibant l'aromatase à leur niveau. Les follicules dominants ne seraient pas affectés en raison de concentrations importantes d'œstradiol présentes dans leur liquide folliculaire, tandis que les follicules atrophiques se caractérisent par leur richesse en androgènes.

## Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

L'inhibine folliculaire, outre son action inhibitrice sélective sur la FSH, empêcherait également l'aromatase (FIENI *et al*, 1995).



**Figure 08 : Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (d'après ENNUYER, 2000).**

La LH assure la maturation du follicule dominant, dont l'avenir dépend de la fréquence des décharges de LH, régulées par la GnRH.

Lorsqu'un corps jaune est présent, la fréquence d'une décharge de LH toutes les 3 ou 4 heures aboutit à la perte de dominance et à l'atresie du follicule, donc à l'absence d'ovulation et d'œstrus.

Une nouvelle vague folliculaire émerge alors, également précédée d'une augmentation transitoire de FSH, celle-ci commençant environ 60 heures avant le recrutement et se terminant lorsque celui-ci débute (HAMILTON, 1995).

Lorsque la fréquence est d'un pic par heure, l'ovulation peut avoir lieu. Celle-ci est possible lors de la levée de l'inhibition de la progestérone sur la production de GnRH, à la suite de la lyse du corps jaune du cycle précédent (ENNUYER, 2000)

### 3. Endocrinologie du cycle œstral :

La physiologie du cycle sexuel est complexe et fait intervenir le système nerveux central (axe hypothalamo-hypophysaire) et l'appareil génital (ovaires et utérus).

Les interactions entre ces organes au cours d'un cycle sont représentées sur la (Figure09) (PETERS et BALL, 1994).

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

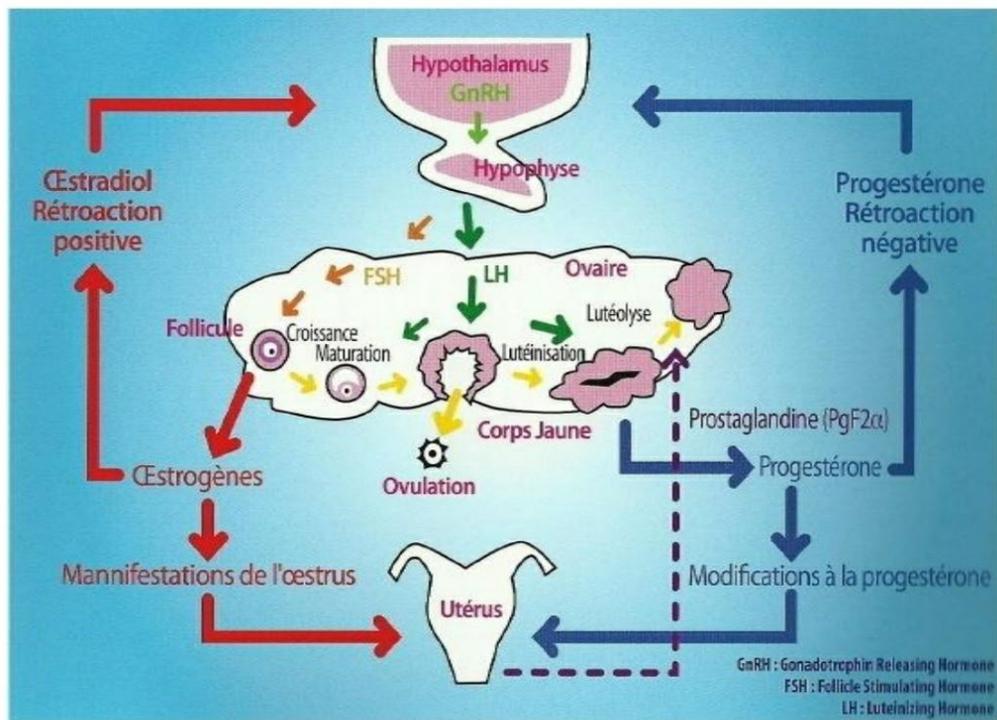


Figure 09 : Régulations hormonales au cours du cycle sexuel (CEVA, 2013)

## 3.1. Hormones hypothalamo-hypophysaires :

### 3.1.1. Hormones hypothalamiques :

**GnRH** est l'hormone de décharge ou encore l'hormone de libération (libérins) d'autres hormones (**GRUYTER, 1988**). Cette hormone est également nommée FSH-RH (Folliculo-Stimuline-Releasing Hormone) ou LH-RH (Luteinizing Hormone-Releasing Hormone) (**HAFEZ, 1993**).

En effet, de nombreuses situations expérimentales visant à supprimer ou à limiter la sécrétion de la GnRH ont permis de montrer son importance dans la synthèse et la libération de FSH et LH (**FILICORI et al., 1994**). La GnRH joue manifestement un rôle pivot dans l'initiation, la régulation et la suppression de la fonction reproductrice. Elle a une sécrétion pulsatile. Chaque pulse est formée de la somme de petites quantités de GnRH, libérées chacune par un neurone (**CARATY et al., 2001**). Le pulse peut être défini comme un épisode bref de libération hormonale dans le sang (**PELLETIER, 1983**).

# Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

## 3.1.2. Gonadotrophines hypophysaires (FSH et LH) :

Au début de l'œstrus, se produit une décharge de gonadotropines qui entraîne l'ovulation, marquant la fin de la phase folliculaire et le début de la phase lutéale (**DRIANCOURT et LEVASSEUR, 2001 ; MEDAN *et al.*, 2005**).

Les gonadotrophines jouent un rôle central dans la régulation de la fonction de la reproduction tant chez le mâle que chez la femelle. Elles sont en effet les intermédiaires essentiels du système nerveux central sur les activités endocrines et gamétogéniques des gonades (**MEDAN *et al.*, 2005**).

La FSH et LH appartiennent à la famille des hormones glycoprotéiques à action directe et unique sur les gonades chez le mâle et la femelle (**BONNES *et al.*, 1988**). La LH et la FSH confèrent à l'hypophyse une fonction de relai amplificateur dans le contrôle de la fonction de reproduction.

- par le système nerveux central sous l'impulsion de la GnRH (**MOENTER *et al.*, 1991; BARTOLOME *et al.*, 2005**)

- par des hormones périphériques et notamment les stéroïdes sexuels via la circulation générale

- par divers facteurs produits localement par les cellules folliculaires comme l'inhibine, l'activine et IGF (facteurs de croissance) ainsi que leurs protéines de liaison telle que la follistatine.

Par ailleurs, la FSH accompagne la croissance du follicule secondaire en follicule dominant dans les ovaires des mammifères et contrôle le développement des follicules.

Elle est l'hormone de la phase folliculaire précoce (**ERTKSON et DANFORTH., 1995**). Chez les bovins, il ressort que la FSH, joue un rôle important dans l'initiation du développement folliculaire (**TANAKA *et al.*, 2001; STENBAK *et al.*, 2001**).

Elle stimule l'activation de l'aromatase et accélère la production des œstrogènes (**BAO *etal.*, 1997**).

**Les principales fonctions de la LH sont :**

- la stimulation de la croissance folliculaire (**BARTOLOME *et al.*, 2005**),
- la maturation finale du follicule dominant par la stimulation de la production d'œstradiol

## Chapitre I : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

- l'induction de l'ovulation et la stimulation de la sécrétion de progestérone par le corps jaune.

En effet, le pic de LH induit par l'effet conjugué d'une hypersensibilité hypophysaire et d'une sécrétion de GnRH hypothalamique permet la reprise de la méiose par l'ovocyte, la rupture folliculaire et la lutéinisation des cellules de la granulosa (BARTOLOME *et al.*, 2005).

### 3.2. Hormones stéroïdiennes

#### 3.2.1. Œstrogènes

L'augmentation du nombre des jeunes follicules antraux coïncide avec l'accumulation d'œstradiol dans l'antrum. L'œstradiol, stimule la prolifération des cellules de la *granulosa* et la formation de l'antrum (PETERS et Mc NATTY, 1980). L'effet lutéolytique de l'œstradiol a été rapporté par (COLAZO *et al.*, 2005). Une perfusion d'œstradiol induit l'atrésie folliculaire suite à la baisse du taux circulant de FSH. A partir du moment où la concentration en œstradiol décline, un redressement du taux de FSH a lieu et une nouvelle vague folliculaire émerge 24 heures après.

#### 3.2.2. Progestérone

La progestérone signifie « qui permet la gestation ». Sécrétée essentiellement par le corps jaune de l'ovaire, la progestérone est d'abord l'hormone responsable du maintien de la gestation (GRAHAM et CLARKE, 1997). La progestérone, exerce un rétrocontrôle négatif sur la production de GnRH, FSH et LH.

En fin de cycle, s'il n'y a pas eu de fécondation, l'utérus sécrète la prostaglandine F2 $\alpha$  (PGF 2 $\alpha$ ), qui est responsable de la lutéolyse et de la contractilité utérine. Cette production de prostaglandines par l'utérus serait influencée par les œstrogènes qui agissent sur l'expression des récepteurs à l'ocytocine au niveau du muscle lisse utérin. L'ocytocine stimule alors les contractions utérines et la production d'acide arachidonique, précurseur de la prostaglandine. La chute de progestérone en fin de dioestrus stimule la production de FSH par l'hypophyse et initie un nouveau cycle (KATILA, 2007).

# **Chapitre II :**

**La synchronisation et  
l'induction des chaleurs**

# Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

## 1. Définition de la synchronisation des chaleurs :

Les méthodes hormonales permettent de grouper les ovulations et donc les chaleurs, afin de pouvoir inséminer toutes les vaches en une seule fois. Elles reposent sur l'utilisation d'analogues d'hormones de la reproduction.

### 1.1. Indication de la synchronisation :

La maîtrise des cycles sexuels présente plusieurs intérêts économiques et sociaux : Amélioration de la gestion technique et économique du troupeau par :

- Rationalisation du travail: (création de lots homogènes à des stades physiologiques identiques)
- Raisons sociales : la maîtrise des cycles permet de regrouper les contraintes, dispenser de la détection des chaleurs.
- Amélioration de productivité: coïncider les besoins du troupeau avec les ressources alimentaires disponibles.
- Au niveau rentabilité: regrouper les productions afin d'obtenir des niveaux de production élevés au moment où les prix sont les plus élevés (Pr. BOUAZIZ 2020)

### 1.2. Indication de la l'induction des chaleurs :

- ☞ Synchronisation d' un lot de vaches => Recours à l'I.A (Bénéficiaire de semence de haute valeur génétique)
- ☞ Etaler les vêlages en élevage laitier (Production lactée tte l'année)
- ☞ Recours à l'I.A en élevage allaitant (chaleurs difficiles à voir) pour grouper les vêlages (Pr. BOUAZIZ 2020)

## 2. Gestion hormonale de la reproduction bovine :

### 2.1. Contrôle hormonal de la fonction de reproduction chez les femelles :

La maîtrise hormonale des cycles a pour but principal de synchroniser les chaleurs et l'ovulation des individus d'une même population. Ceci est obtenu :

–en bloquant l'ovulation avec des progestagènes qui inhibent la décharge préovulatoire de GnRH à l'origine de la décharge ovulante de LH. Le recours à PgF<sub>2α</sub> ou ses analogues qui induisent une régression du corps jaune permet de limiter la durée d'administration des progestagènes. On utilise de

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

façon complémentaire les œstrogènes pour leurs propriétés lutéolytiques ou lutéotrophiques selon l'espèce et le stade du cycle considérés ;

– en déclenchant l'ovulation par l'administration d'hormones gonadotropes après arrêt du traitement bloquant l'ovulation. (ALAIN PARIS et al)

### 3. les protocoles de la maîtrise des cycles:

Le contrôle de la durée du cycle sexuel s'appuie sur deux principes : le contrôle de la croissance folliculaire et le contrôle de la durée de vie du corps jaune ou de la phase d'imprégnation progestéronique. De nombreuses hormones, utilisées seules ou associées, permettent de synchroniser et parfois d'induire l'ovulation afin d'obtenir une fécondation en inséminant sur chaleurs observées ou en aveugle, à des moments bien précis après l'arrêt du traitement (GRIMARD et al. 2003).

#### 3.1. Les protocoles à base de prostaglandine :

On distingue la PGF<sub>2</sub> $\alpha$  naturelle et les analogues de synthèse. Les formes disponibles actuellement en Algérie sont:

ESTRUMATE® Le Cloprosténol (Schering Plough).

ENZAPROST® (2.5 mg de Dinoprost, Ceva).

PROSTAVET® (5mg d'Etioprost, Virbac).

Le cloprosténol possède un plus grand potentiel de synchronisation (Laverdière., 1994).

La PGF<sub>2</sub> $\alpha$  et ses analogues de synthèse possèdent une double action :

- \* Action lutéolytique, utilisée dans les traitements de maîtrise des cycles ;
- \* Action utérotonique en agissant sur les fibres musculaires lisses de l'utérus.

Les traitements de maîtrise de l'œstrus à l'aide des PGF<sub>2</sub> $\alpha$  ont été développés il y a 50 ans.

#### • Principe :

L'efficacité du protocole à base de PGF<sub>2</sub> $\alpha$  et ses analogues est fondée sur leur effet lutéolytique mais uniquement entre j5 et j17 du cycle sexuel pour provoquer la régression du corps jaune lorsque celui-ci est mature. Seuls 60% des individus d'un lot d'animaux cyclés sont susceptibles de répondre correctement à une injection (Gipoulou et al., 2003).

La fréquence des pulses de LH augmente alors, provoquant une élévation significative de la sécrétion d'œstradiol par le follicule dominant, l'apparition de l'œstrus et l'ovulation.

Malgré la lutéolyse rapide (24 heures), l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable (figure 10) et dépend du stade de la croissance du follicule au moment du traitement (Grimard et al, 2003).

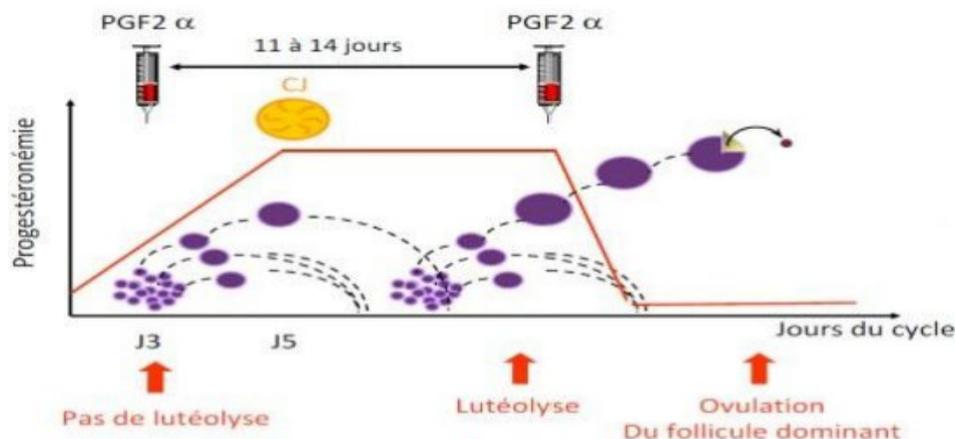
Les animaux qui possèdent un follicule dominant au moment de l'injection présentent des chaleurs dans

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

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'œstrus est plus long et plus variable.

- **Protocole :**

Une double injection de prostaglandine à 11-14 jours d'intervalle (**figure 11**) permet de synchroniser les chaleurs des femelles traitées à savoir un intervalle de 14 jours pour les vaches et de 11 jours pour les génisses est habituellement conseillé (**Grimard et al., 2003**). Toutes les femelles doivent être alors en phase de diœstrus au moment de la deuxième injection. Le choix de l'intervalle entre les deux injections n'est pas sur ; toutefois, il doit permettre qu'au moins une des deux injections soit réalisée pendant la phase lutéale (**Grimard et al., 2003**). La plupart des animaux expriment des chaleurs entre 48 et 96h après l'arrêt du traitement et peuvent être inséminés à l'aveugle (**figure 23**) à 72 et 96h (**Grimard et al., 2003**). Néanmoins, la fertilité est considérée comme meilleure après insémination sur chaleurs observées que lors d'insémination systématique. De plus, toutes les vaches ne sont pas vues en chaleurs après traitement (55.5 % pour **Stevenson et al. 1999** ; 68% pour (**Mialot et al. 1999**). Ainsi, on conseille de réaliser une insémination sur chaleurs observées après la première injection de  $\text{PGF2}\alpha$  (**figure 12**).



**Figure 10:** Schéma de l'effet du protocole à base de prostaglandine sur le cycle œstral de la vache lorsque la 1ère injection de prostaglandine est effectuée au 3ème jour du cycle (**Chastant- Maillard, 2005**).

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

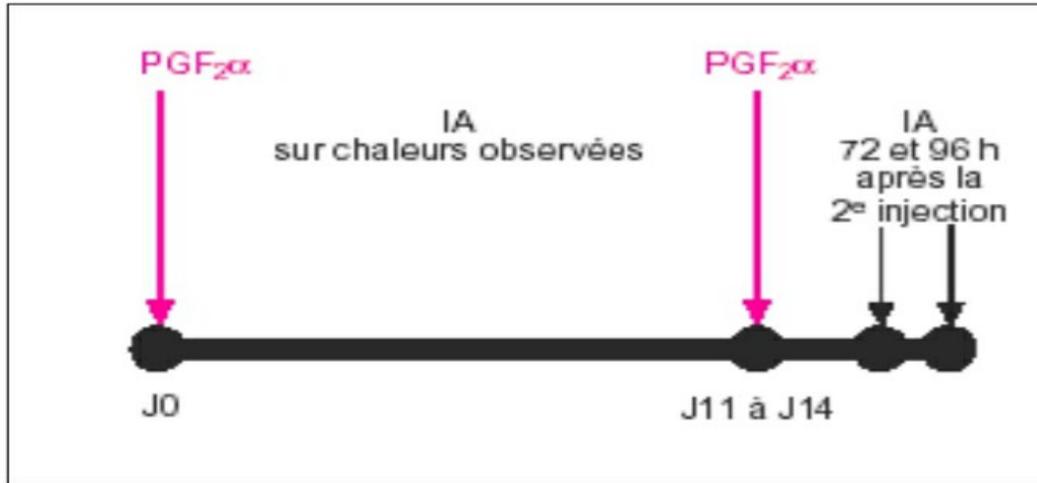


Figure 11: Protocole de synchronisation à base de prostaglandine F<sub>2</sub>α (Grimard et al. , 2003).

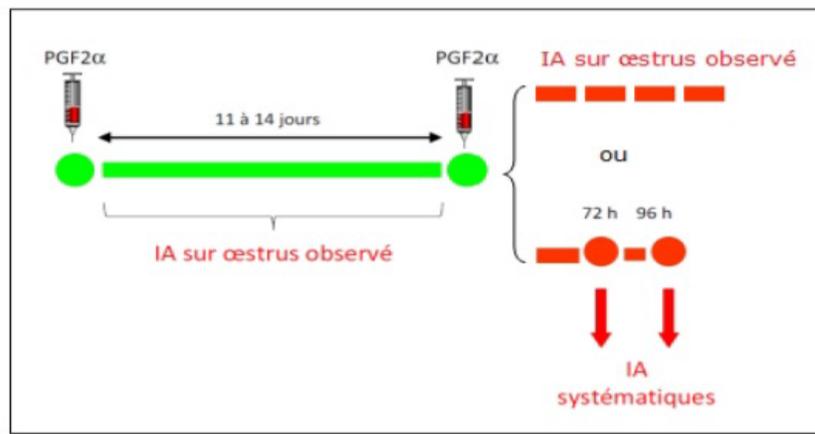


Figure 12 : Schéma du protocole à base de prostaglandine (Chastant- Maillard, 2005)

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 (**figure 12**). Ceci permet de réduire le coût du traitement et des inséminations (Gipoulou et al. 2003 ; Grimard et al. 2003).

- **Inconvénients :**

La synchronisation aux prostaglandines n'est utilisable sauf dans le cas de troupeaux dont la cyclicité

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

est élevée. Une solution consisterait à soumettre à la synchronisation que les femelles diagnostiquées cyclées, ce qui est compliqué en pratique et va à l'encontre de l'objectif initial de déclencher l'œstrus chez toutes les femelles d'un lot.

Par ailleurs, la synchronisation obtenue avec les prostaglandines n'est pas optimale car elle n'entraîne pas de synchronisation folliculaire ; par conséquent l'expression des chaleurs intervient sur une durée assez longue. Si les femelles sont inséminées, elles doivent l'être sur chaleurs observées pour obtenir des résultats de fertilité acceptables (**Fournier et Driancourt, 2007**). De ce fait, le plus souvent les inséminations ne peuvent pas être regroupées sur une séance unique. De plus la détection des chaleurs est assez peu développée en général dans nos élevages. Pour ces différentes raisons, la synchronisation des chaleurs à l'aide des PGF $2\alpha$  n'est pas une méthode bien adoptée à la production laitière.

### 3.2. Les protocoles à base de progestagènes :

Il en existe de nombreuses formes dont la structure de base est le noyau cyclo perhydrophénantrène : Acétate de mélangestrol, Acétate de médroxyprogestérone, Chlormadinone. L'administration de progestérone ou de progestagène exogènes est utilisée depuis de nombreuses années et permet de contrôler le cycle œstral chez les vaches et les autres espèces domestiques. Leur utilisation s'est faite sous plusieurs formes : voie orale, voie intramusculaire ou sous cutané (implant), voie vaginale sous forme d'éponge ou de spirale. Les indications des protocoles à base de progestagènes sont les suivantes (**Mialot et al., 1998**):

- Synchronisation et induction de l'œstrus en vue d'inséminer les femelles,
- Traitement de certaines formes d'infertilité : anœstrus post-partum ou d'allaitement.

#### • Molécules et présentations :

En 2006, avant l'interdiction des œstrogènes, trois dispositifs reléguant progressivement des progestagènes ou de la progestérone étaient disponibles:

- Le dispositif intravaginal CIDR® en forme de « T » contenant 1,38 g de progestérone (Pfizer santé animale, Paris) ayant une autorisation de mise sur le marché (AMM) sur vaches et génisses cyclées pour la synchronisation de l'œstrus.

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

- Le dispositif intravaginal PRID® Delta de forme triangulaire contenant 1,55 g de progestérone (CEVA santé animale, Libourne) ayant une AMM pour l'induction et la synchronisation de l'œstrus chez les femelles cyclées et non cyclées.
- L'implant CRESTAR® (Intervet, Angers, 3 mg de norgestomet que l'on administre par voie sous-cutanée).

Ces deux derniers laboratoires ont aujourd'hui modifié leurs protocoles pour répondre à la réglementation et commercialisent chacun un nouveau dispositif : CRESTAR SO® pour Intervet et PRID® pour CEVA.

### 3.2.1. LE DISPOSITIF INTRA-VAGINAL (La spirale vaginale):

- **Description :**

\*Le CIDR® est un dispositif intra-vaginal relargant de la progestérone naturelle. Il est en nylon en forme de T, constitué d'une couche de silicone contenant 1,38g de progestérone moulé sur un corps en Pourcentage de génisses observées en chaleurs. Une cordelette est accrochée à l'extrémité du T (**Figure 13**).

\* Le PRID® (Progesterone Releasing Intravaginal Device). C'est un dispositif en acier inoxydable en forme de spirale de 08cm à 30cm de longueur et de 3.2cm à 4.5cm de largeur, recouvert d'un élastomère en silicone inerte dans lequel sont uniformément réparti 1,55 g de progestérone. Sur ce dispositif est collée une capsule de gélatine contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol (**Figure 14**).

Deux spirales sont commercialisées : le PRID® ne contient que de la progestérone et le PRIOESTROL® (toujours utilisé chez la jument) qui contient en plus une capsule de gélatine collée à la spirale qui renfermait 10 mg de benzoate d'œstradiol (**Figure 14**). Actuellement seul le PRID® reste disponible pour les bovins suite à l'interdiction de l'utilisation des œstrogènes en Productions animales. La forme avec benzoate d'œstradiol (PRIDOESTROL®) reste disponible pour la synchronisation des chaleurs chez la jument de course.

- **Mode d'application :**

Sa pose se fait à l'aide d'un pistolet applicateur adapté (**figure 15**) après avoir soigneusement nettoyé et désinfecté la vulve sur lequel le dispositif est placé avec les branches du T repliées. Elles s'ouvrent dans le vagin lorsque le CIDR® est libéré de l'applicateur. Le retrait se fait en tirant sur la cordelette qui dépasse à l'extérieur du vagin et qui est attachée à la spirale. Lors de la pose, il faut veiller à laisser dépasser cette cordelette en

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

la positionnant entre les lèvres de la vulve. Elle peut être coupée pour laisser dépasser une dizaine de centimètres du vagin. En effet, si elle est trop longue, la fréquence de perte du dispositif est augmentée par le risque d'une vache qui se couche dessus ou d'une congénère qui marche sur la cordelette.

Chez certains animaux, on peut observer une légère irritation de la muqueuse, correspondant à la présence de rougeurs sur la muqueuse vaginale ainsi que de mucus blanchâtre peu abondant. Cette irritation est fugace et n'a aucune conséquence sur la mise à la reproduction. D'après l'étude de Chenault et al. en 2003, seulement 2% des vaches présentent une irritation sévère.

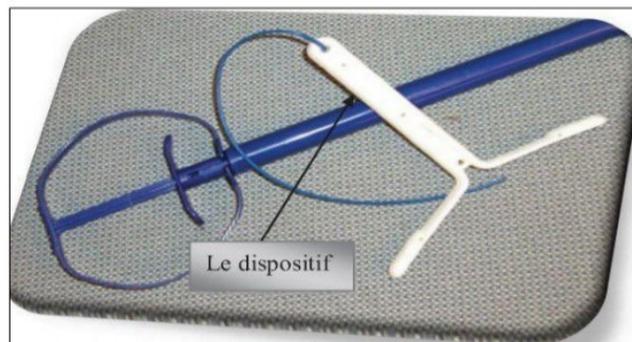


Figure 13 : Le dispositif intra-vaginal CIDR® et son applicateur  
(Site:www.iowabeefcenter.com)

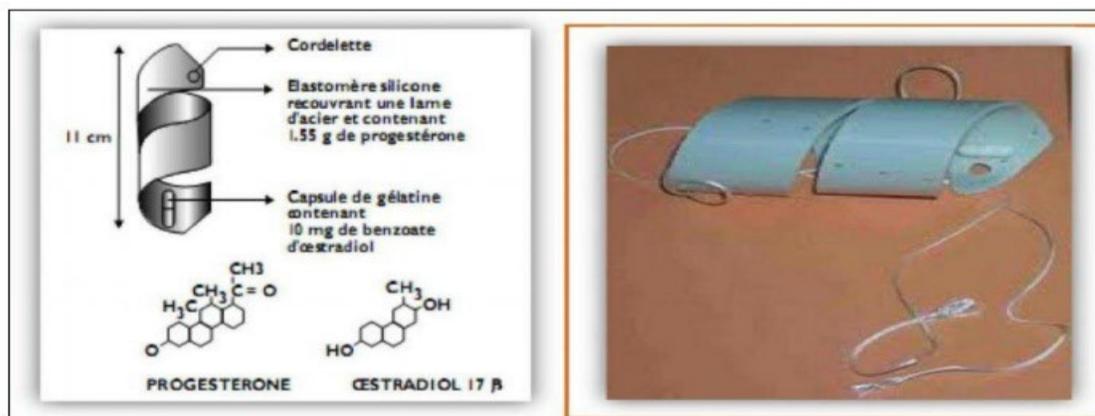


Figure 14 : PRID® spirale vaginale imprégnée de progestérone et présentant une capsule de benzoate d'œstradiol.

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

- **Protocole :**

Les protocoles à base de progestagène sont utilisés en cas de mauvaise détection des chaleurs, sur des primipares ou multipares (**Figure 16**).

Ils sont particulièrement adaptés pour les femelles non cyclées. Au moment du retrait une injection de 400 à 600 UI de PMSG peut-être effectuée. De la même façon, une injection de prostaglandine F2 $\alpha$  peut être effectuée 48 heures avant le retrait du dispositif.

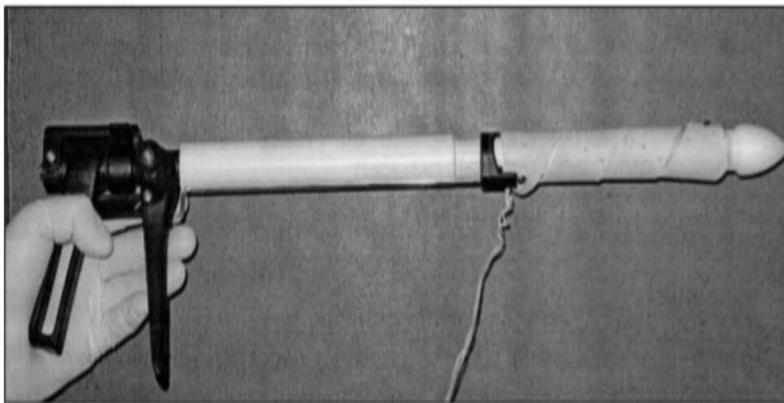
L'insémination artificielle unique aura lieu 56 heures après le retrait du dispositif, on peut également avoir recours à 2 inséminations respectivement à 48 heures et 72 heures après le retrait. Leur coût est supérieur au leur. «protocole double injection de prostaglandine », mais comparable à celui du protocole GPG (**Picard-Hagen *et al.*, 2008b**).

Sans injection d'œstradiol, il y a risque de persistance du follicule dominant.

L'ovocyte contenu dans le follicule est alors âgé au moment de l'ovulation, et de moins bonne qualité, ce qui entraîne une diminution du taux de gestation. Pour pallier à ce phénomène, différentes stratégies ont été mises en place par les laboratoires.

-La mise en place de l'implant CRESTAR SO® (pose de 9 à 11 jours) doit être combinée à une injection de GnRH permettant de renouveler la population folliculaire.

-Les autres dispositifs (dispositifs intravaginaux PRID® ou CIDR®) ne sont pas posés plus de 7 à 9 jours pour éviter une maturation trop longue des follicules



**Figure 15: Spirale vaginale (PRID®) positionnée sur le pistolet applicateur et prête à être introduite dans le vagin.**

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

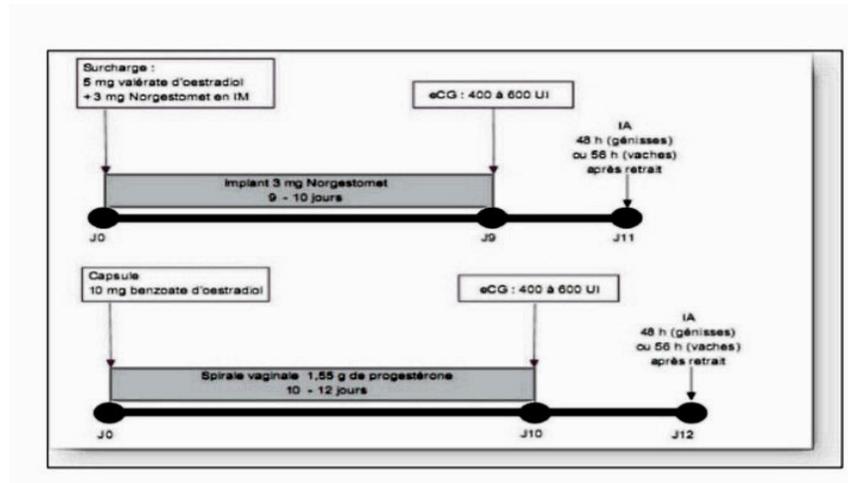


Figure 16: Protocole de synchronisation à base de progestagènes (Grimard et al., 2003)

### 3.2.2. L'implant sous-cutané :

- **Description :**

C'est un cylindre de polyméthacrylate d'une longueur de 18 mm et d'un diamètre de 2 mm, il se place en position sous-cutanée sur la face externe du pavillon de l'oreille. Ce médicament est une association de progestagènes et d'œstrogène constitué de:

- \* 3mg d'un dérivé synthétique de la Norprogesterone : Le Norgestomet (17a -acétoxy-11B-méthyl-19 Nor-preg-4-ene-3.20-dione), est insérée sans beaucoup de difficultés sous la peau de l'oreille avec un applicateur (trocart) et aussi facilement repérable au retrait(**figure28**).
- \* Un flacon de 2 ml injectable, contenant une solution huileuse de 3mg de Norgestomet et 5 mg de valérate d'oestradiol, ils sont injectés par voie sous cutanée au moment de l'implant. Les deux éléments ainsi composés sont placés sur une plaque de carton, séparés et protégés par un léger film de plastique transparent (**figure 17**).

- **Mode d'application :**

Grace à un pistolet applicateur, l'implant est récupéré directement et déposé sous la peau à la base de l'oreille de l'animal après désinfection. Le retrait s'effectue en pressant la peau au lieu de l'implantation et en effectuant si nécessaire une petite incision au scalpel, après avoir repéré l'implant par palpation. Au même moment, on réalise une injection intramusculaire de 2 ml de solution huileuse contenant du Norgestomet et du valérate d'œstradiol.

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

- **Principe :**

Selon le type de femelle auquel il est administré (**figure 18**), l'implant est un moyen de maîtrise des cycles sexuels des bovins qui permet à la fois :

- D'induire et de synchroniser les chaleurs des femelles en repos sexuel.
- De synchroniser les chaleurs chez les femelles déjà cyclées.



Figure 17. Implant sous-cutané et l'implanteur (trocart)

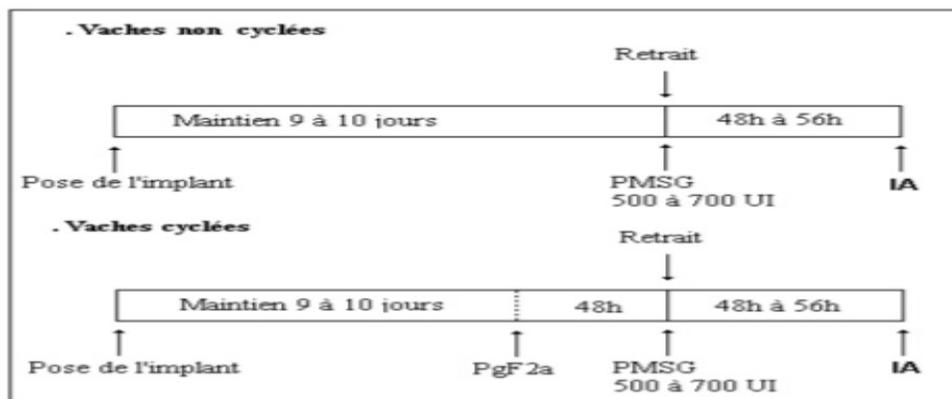
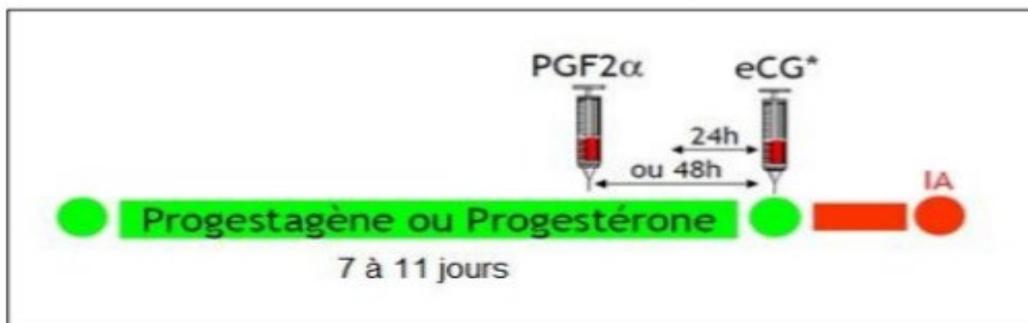


Figure 18 : Traitement à base d'implants sous-cutanés pour l'induction et la synchronisation de l'œstrus (modifié d'après Aguer, 1981)



## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

**Figure 19: Schéma du protocole à base de progestagène ou de progestérone (Chastant Maillard., 2005)**

1-Chez les femelles ayant une activité ovarienne cyclique : l'injectable raccourcit la durée de vie du corps jaune en particulier lorsqu'il est injecté en début de cycle. Le Norgestomet apporté par l'implant (environ 0.250 mg par jour), bloque la libération d'hormones gonadotropes par l'hypophyse. Au retrait de l'implant, ce blocage cesse brutalement et les femelles qui ont reçus l'implant présentent et de façon synchronisé, une phase folliculaire qui conduira aux chaleurs et à l'ovulation.

2-Chez les femelles en repos ovarien avant l'application de l'implant : Le progestagène (Norgestomet) reçus par la femelle durant le séjour de l'implant sous la peau de l'oreille prépare la décharge des hormones hypophysaires et /ou augmente la sensibilité des organes sexuels aux stimulations des gonadotrophines endogènes et exogènes. Le retrait de l'implants'effectue en pressant la peau au lieu de l'implantation et en effectuant si nécessaire une petite incision avec un bistouri après avoir repéré l'implant par palpation ( **Kastelic et al.,1999** ) .

- **Protocole :**

L'implant est laissé en place pendant 9-10 jours pendant toute cette durée (Ennuyer, 2000). Le principe actif contenu dans l'implant diffuse régulièrement en maintenant un taux sanguin constant. Au moment du retrait chez des vaches à haut potentiel laitier en état corporel insuffisant au vêlage et chez des vaches allaitantes en mauvais état corporel ou à moins de 50 jours du vêlage, une injection de gonadotrophine « PMSG »(Prégnant Mare sérum gonadotropin ) ou (Equine chorionic gonadotropine eCG ) est conseillée au moment du retrait du dispositif (**Ennuyer,2000**), surtout si les vaches sont en aneustrus avant traitement (400-600UI selon l'âge ). La limite à l'augmentation des doses de PMSG est le risque de superovulation suivie de mortalité embryonnaire. On peut éventuellement associer à l'injection de PMSG, lorsque l'on est en présence de femelles cyclées, une injection intramusculaire de prostaglandine F2 $\alpha$  (**figure 19**) qui sera effectuée 48 heures avant le retrait de l'implant, celle-ci a pour mission d'assurer une lutéolyse complète. Les chaleurs apparaissent entre 24 et 60 heures après le retrait de l'implant, l'insémination est réalisée sur chaleurs observées ou à l'aveugle 56 heures chez la vache (**figure 19**) et 48 heures après le retrait chez la génisse (**Tregaskes et al., 1994**).

**NB :** Il faut prendre la précaution de ne pas utiliser l'implant au moins de 45 jours après le dernier vêlage (Consigne d'après fiche technique du médicament).

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

- **Principe pour les deux formes (Spirales et implants) :**

Les protocoles à base de progestagène ou de progestérone consistent en la pose d'un implant ou d'un dispositif intra-vaginal diffusant un progestagène ou de la progestérone pendant 7 à 11 jours (**figure 13**). La progestérone, de même que les progestagènes agit comme un corps jaune artificiel . Leur rôle est donc d'inhiber le complexe hypothalamo-hypophysaire en limitant la pulsativité de LH (**Kojimaet al., 2003**).

Elles exercent unrétrocontrôle négatif sur la GnRH, inhibant de ce fait la sécrétion hypophysaire de LH et FSH.

Une imprégnation progestéronique bloque ainsi ovulation et chaleurs et le follicule dominant de la vague en cours devient ainsi atrésique. Au moment du retrait de la spirale ou de l'implant, la concentration en progestérone dans le sang chute. Le cerveau secrète à nouveau suffisamment de GnRH pour permettre à un gros follicule de poursuivre sa croissance et d'ovuler. En effet, la chute rapide de la concentration plasmatique de progestagène entraîne une levée d'inhibition du complexe hypothalamo-hypophysaire: les pulses de LH s'accélèrent jusqu'à l'obtention du pic ovulatoire. Un pic de FSH est également visible. Le jour du retrait du dispositif, la concentration de FSH passe de 60 à 150 ng/mL(**Barnes et al., 1981**). L'effet FSH et LH gonadotropine chorionique va soutenir la croissance folliculaire terminale en stimulant la maturation terminale du follicule et donc l'obtention d'une meilleure synchronisation des chaleurs quelque soit l'âge du follicule dominant (**Deletang.,1983**). Les progestagènes provoquent aussi l'épaississement des glaires cervicales, le développement de l'endomètre et le maintien de la gestation.

### 3.2.3. Les progestagènes associés à l'œstradiol :

Les œstrogènes sont principalement utiliser pour leurs actions antilutéotrope et lutéolytique. Cette deuxième action est surtout marqué en début du cycle (**Hanzen et al., 1991**) ; Donc l'association œstrogènes + progestagènes agit à la fois sur la croissance lutéale et la croissance folliculaire :

\* Sur la croissance lutéale : l'œstradiol administré en début de protocole présente une activité antilutéotrope sur les corps jaunes en début d'évolution, lutéolytique sur les corps jaunes fonctionnels (**Grimardet al., 2003**). Cette action n'étant pas efficace à 100%, les protocoles intègrent en général l'administration d'une prostaglandine en fin de protocole surtout chez les femelles cyclées. Une fois le corps jaune physiologique supprimé sous l'action de l'œstradiol

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

relayé par la prostaglandine, la synchronisation lutéale des femelles est obtenue grâce au dispositif libérant le progestagène (implant imprégné de Norgestomet).

\*Sur la croissance folliculaire : quelle que soit leur taille, les follicules présents à J0 vont s'atrophier. En effet, les jeunes follicules entre 3 et 10 mm dégénèrent sous l'action de l'œstradiol qui inhibe la FSH stimulant leur croissance ; les follicules plus gros LH dépendants sont inhibés par l'association œstradiol+ progestagènes injecté en début du traitement. Il en résulte la mise en place synchrone d'une nouvelle vague de croissance folliculaire chez toutes les femelles traitées (au bout de 4 jours en moyenne, **(BO et al ,1994)**). L'imprégnation par le progestagène exogène ne s'oppose pas à la croissance folliculaire mais prévient l'ovulation des gros follicules de la nouvelle vague par rétrocontrôle négatif sur la LH. Au retrait simultané du dispositif progestagène chez toutes les femelles, l'inhibition de la LH est supprimée ; les follicules dominants peuvent alors poursuivre leur évolution autorisant l'IA à date prédéfinie.

Ce dispositif est commercialisé sous le nom de CRESTAR® (**figure 20**) Ce traitement associé à une injection d'œstradiol à mise la en place du dispositif à base de progestagène ou de progestérone permettant l'atrophie du ou des follicule(s) présent(s) et l'émergence d'une nouvelle vague de croissance folliculaire 3 à 6 jours plus tard (**Picard-Hagen et al., 2008b**).

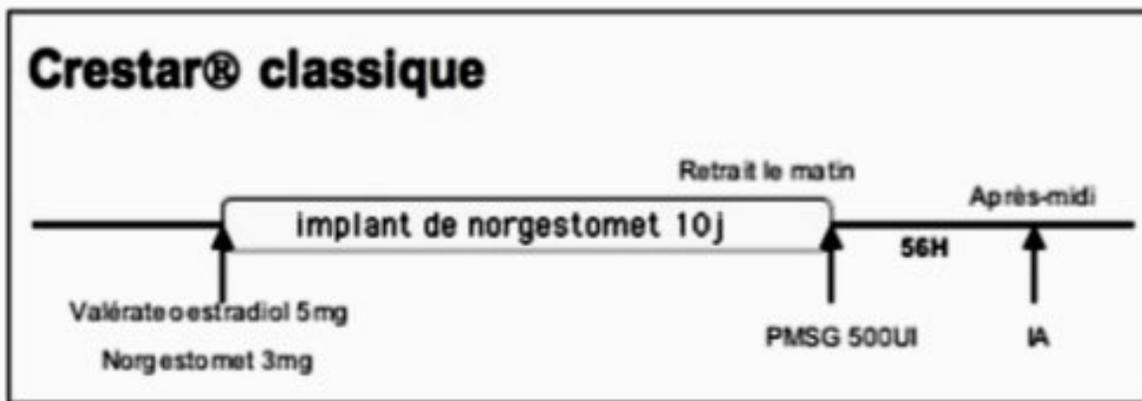


Figure 20: Protocole CRESTAR: Valérate d'œstradiol, implant de Norgestomet et eCG

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

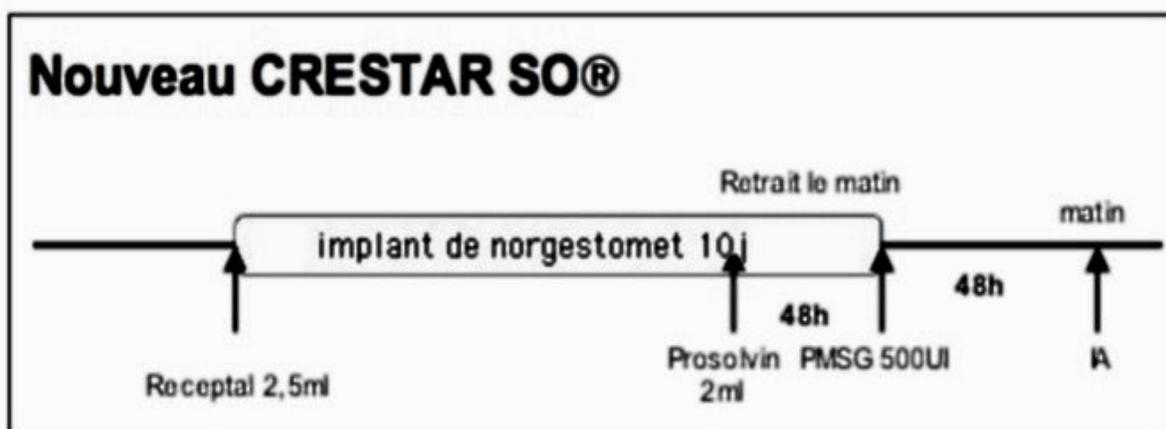


Figure 21: Nouveau protocole CRESTAR SO®.

### 3.2.4. Le nouveau protocole CRESTAR SO® : progestagène sans œstrogène :

Depuis 2006, l'utilisation des œstrogènes est interdite sur les animaux de rente dans l'Union Européenne. Pour permettre la lyse d'un éventuel corps jaune sur l'ovaire, on injecte désormais une prostaglandine 48 heures avant ou le jour du retrait du dispositif.

Une injection d'eCG (equine Chorionic Gonadotropin, hormone gonadotrope sérique de jument gravide d'origine placentaire) peut être réalisée au retrait du dispositif chez les femelles non cyclées ou chez les vaches allaitantes afin de stimuler la croissance folliculaire (**Chastant-Maillard *et al.*, 2005**). Le protocole modifié associe un implant sous-cutané de 3 mg de norgestomet et une injection intramusculaire de 10 µg de buséréline (analogue de la GnRH ; 2,5 mL de RECEPTAL®) au moment de la pose de l'implant qui est laissé en place 9 à 11 jours (**Figure 32°**). Quarante-huit heures avant le retrait de l'implant, on réalise une injection de 2 mL de PROSOLVIN® (PGF2 $\alpha$ ). On réalise une injection intramusculaire de 400 UI à 600 UI d'eCG (gonadotrophine sérique, CHRONO-GEST®PMSG) le jour du retrait de l'implant pour les vaches laitières. L'insémination a lieu 48 heures après le retrait de l'implant, sans détection des chaleurs.

- **Efficacité des traitements à base de progestagènes :**

L'absence des œstrogènes (**Berg, 2001**) et que la suppression de l'injection d'œstrogènes lors des traitements de synchronisation a induit un risque de diminution de l'efficacité des traitements à base de progestagènes et entraîne en effet une diminution de la fertilité à l'œstrus induit en début du traitement (**Ryan *et al.*, 1995**).

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

En effet, en l'absence de corps jaune physiologique, l'imprégnation par un progestagène exogène entraîne une inhibition de la LH insuffisante pour faire dégénérer le follicule de grande taille (**Kojima et al. 1992 ; Kinder et al. 1996**). Il en résulte l'émergence de follicules persistants contenant des ovocytes âgés. En présence d'une injection d'œstradiol en début de traitement permettait de limiter le risque de follicule persistant en faisant dégénérer les follicules présents (**Yelich et al. 1997**). Cependant, l'efficacité des traitements alternatifs existants est très variable (**Fournier et al. 2004**):

- \*Les traitements basés sur l'administration répétée de prostaglandine ne contrôlent que la fonction du corps jaune. La synchronisation de l'ovulation est insuffisante pour réaliser une unique insémination à l'aveugle à un moment déterminé. De plus, ces traitements ne pourront se réaliser que sur des femelles cyclées ;

- \*Les traitements de type GnRH - PGF $2\alpha$  -GnRH permettent d'obtenir des résultats plus intéressants, car ils combinent une action à la fois sur les follicules ovariens (par la GnRH) et sur le corps jaune (par PGF $2\alpha$ ) (**Twagiramungu et al. 1995**). Les résultats sont médiocres pour les vaches non cyclées et les génisses.

- \*Les traitements à base de progestagènes ou de progestérone combinés avec l'administration d'œstradiol au moment de la pose permettent de synchroniser correctement la fonction folliculaire et la fonction lutéale. Cette double action est la clé de leur efficacité (**Bo et al. 1995**). Ces traitements sont idéaux lorsque les troupeaux à synchroniser sont constitués de femelles cyclées ou non, en proportion inconnues (**Grimard et al. 2003**). Ils sont donc particulièrement bien indiqués chez les élevages laitiers en Algérie.

### 3.3. Les protocoles à base de Gonadotropin Releasing Hormone « GnRH » :

La GnRH (Gonadotrophine Releasing Hormone) est une hormone synthétisée par l'hypothalamus, elle agit directement sur l'antéhypophyse pour induire une libération transitoire de LH et FSH pendant 2 ou 3 heures. La réponse à son administration dépend d'étape de la vague folliculaire au moment du traitement (**Picard-Hagen et al., 2008c**) ; (**Gipoulou et al., 2003**) :

- 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.
- L'injection de GnRH au début du traitement à base de progestérone a entre autres pour effet d'entraîner la régression du follicule dominant présent et de synchroniser l'émergence d'une nouvelle cohorte de follicules .

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

D'autre part, l'ajout de GnRH peut également contribuer à l'ovulation et à la formation d'un corps jaune permettant d'obtenir des concentrations en progestérone encore plus élevées (**Xu *et al.*, 2000**). Dans ce cas, l'administration de prostaglandines F2 $\alpha$  24 à 48 heures avant le retrait du dispositif sera nécessaire (**Figure 22**). Dans les protocoles décrits, la progestérone est laissée en place entre 6 et 8 jours, la GnRH est injectée au début du traitement et l'injection de prostaglandines est réalisée le jour du retrait du dispositif (**Stevenson *et al.*, 2006 ; McDougall, 2010**).

- **molécules utilisées :**

Les molécules utilisées dans ce protocole sont les suivantes :

- un analogue de l'hormone de libération des gonadostimulines (GnRH ;
- un analogue de la prostaglandine F2 alpha.

### 3.3.1. Le protocole GPG :

Ce protocole « GnRH-PGF2 $\alpha$ -GnRH » de maîtrise de l'œstrus a été mis au point aux Etats-Unis par (**Pursley *et al.*, 1995**), sous le nom d'OVSYNCH. Il combine à la fois une action sur le corps jaune avec la prostaglandine, et sur la croissance folliculaire avec la GnRH. Il s'agit d'une série de 3 injections associant GnRH et PGF2 $\alpha$  (GnRH J0, PGF2 $\alpha$  J7, GnRH à j 9) suivie d'une IA systématique dans la majorité des cas (**Figure 33**) 16 à 20 heures après la seconde injection de GnRH (**Hanzen *et al.*, 2003**).

- **Le protocole comprend:**

- \* Une première injection à j0 de 2,5 ml d'un analogue de la GnRH par la voie intramusculaire.
- \* Une injection à j7, 2 ml de la prostaglandine F2 $\alpha$  ou de son analogue par la voie intramusculaire.
- \* Une seconde injection de GnRH (2,5 ml),
- \* IA1 à J10, dans la matinée, 12 à 18 heures après la 2ème injection de GnRH
- \* Surveillance des éventuelles venues en chaleurs entre J10 et J17 par l'éleveur, et insémination une demi-journée après observation (**figure 22**).

- **Principe :**

\*La 1ère injection de GnRH permet selon le stade du cycle une stimulation de la croissance folliculaire, l'ovulation ou la lutéinisation des follicules ovariens d'un diamètre supérieure à 10mm ; suivie de la formation d'un corps jaune, ou la lutéinisation éventuelle du follicule cavitaire présent (**Hanzen *et al.***,

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

2003), suivie de l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire au bout de 48 heures environs, et la mise en place d'un corps jaune, 2,1 jours plus tard ( **Pursley *et al.*, 1995**).

\*L'injection de prostaglandine 7 jours plus tard permet la lutéolyse du corps jaune mis en place suite à l'ovulation et la lutéinisation du follicule à J0 (et éventuellement du corps jaune présent), et la transformation du follicule dominant en follicule pré-ovulatoire (**Pursley *et al.*, 1995**) (**figure 10**). La lutéolyse supprime l'inhibition exercée par la progestérone sur la LH, permettant ainsi la croissance terminale du follicule dominant.

\*La 2ème injection de GnRH 2 jours après l'injection de prostaglandine provoque un pic de LH et une ovulation 24 à 32 heures plus tard (**figure 22**)

- **Inconvénients:**

Le protocole GPG nécessite, pour être pleinement efficace, que la première injection de GnRH soit réalisée en présence d'un follicule dominant. Cette situation concerne statistiquement 65 à 70 % des femelles présentant 2 ou 3 vagues folliculaires par cycle. Les follicules de taille insuffisante à J0 (en phase de recrutement ou de sélection) n'ovulent pas et une nouvelle vague de croissance folliculaire ne se met donc pas en place sous l'action de la 1ère injection de GnRH. Au final 30 % des femelles soumises au protocole GPG peuvent présenter des progestéronémies élevées à j10, incompatible avec la réussite de l'IA, et près de 15% des femelles peuvent être vues en chaleurs en dehors de j10 (**Mialot *et al.* 1999**).

\*Pour limiter ce risque et s'assurer de la présence d'un follicule de taille suffisante à j10, une pré synchronisation peut être réalisée; mais le protocole complet devient alors lourd, avec beaucoup d'interventions sur les femelles, et relativement coûteux, ce qui réduit l'intérêt de sa mise en œuvre dans les élevages laitiers.

Chez les femelles en anœstrus, le protocole peut induire l'ovulation mais dans une moindre proportion que sur des vaches cyclées (chez 45% des femelles non cyclées contre 80% des femelles cyclées, d'après (**Mialot *et al.* 1999**)). Au global, la méthode GPG donne de meilleurs résultats sur les vaches cyclées.

### 3.3.2. Le protocole GP :

Ce protocole GP, appelé aussi « Selectsynch » est composé seulement des deux premières injections du protocole GPG (**figure 34**) : Il a été proposé avant le protocole GPG

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

(Thatcher *et al.*, 1989 ; Twagiramungu *et al.*, 1992 ; Wolfenson *et al.*, 1994), mais a été beaucoup moins étudié que ce dernier, probablement à cause de son utilisation moins pratique.

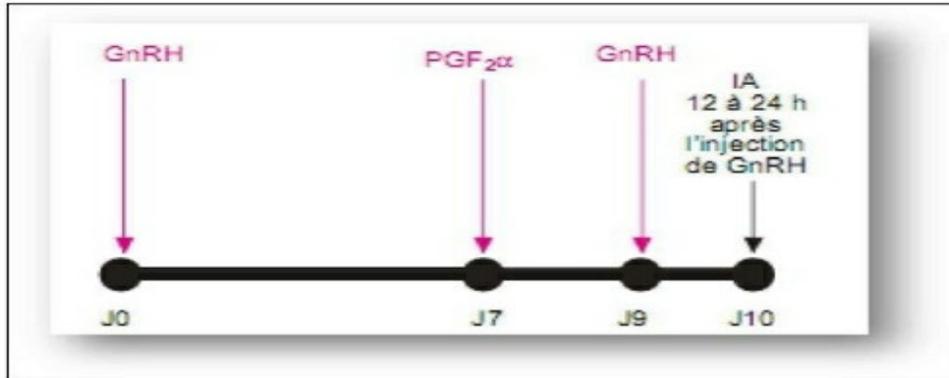


Figure 22: Description du protocole GPG (Grimard *et al.*, 2003)

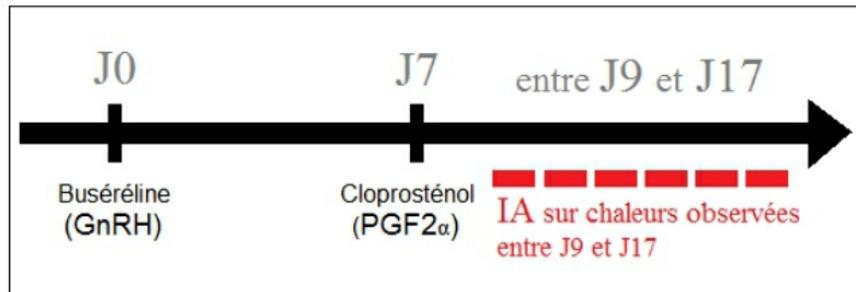


Figure 23: Schéma du protocole GP utilisé dans l'essai clinique

- **Le protocole comprend :**

- \* Injection de 2,5 ml de buséréline par la voie intramusculaire à J0,
- \* Injection de 2 ml de cloprosténol par la voie intramusculaire à J7,
- \* IA1 sur chaleurs observées, entre J9 et J17 (délai d'1/2 journée entre observation de l'œstrus et IA).

- **Principe :**

La GnRH provoque le démarrage d'une nouvelle vague de croissance folliculaire, suivi de la PGF2α induisant la lutéolyse 7 jours plus tard. En effet, le protocole GP ne permet pas de s'affranchir de la détection des chaleurs, contrairement au protocole GPG.

Par rapport à un protocole de synchronisation par une prostaglandine seule (1 à 2 injections), nécessitant également une insémination sur chaleurs observées. Il permet de réduire la plage d'expressions de

## Chapitre II : La synchronisation et l'induction des chaleurs

l'œstrus (1 à 2 jours contre 2 à 6 jours), concentrant ainsi le travail de détection des chaleurs sur un laps de temps plus court pour l'éleveur.

L'injection de GnRH permet en effet d'obtenir une plus grande proportion de femelles avec un gros follicule 7 jours plus tard, au moment de l'injection de PGF2 $\alpha$  (Fournier *et al.*, 2008).

#### 4. Combinaison des protocoles:

L'utilisation systématique des traitements de synchronisation des chaleurs existe dans les grands troupeaux laitiers à travers le monde (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 / oestrogènes et PGF2 $\alpha$  donnent en moyenne de meilleurs résultats que les traitements à base de PGF2 $\alpha$  seules (BEGGS *et al.* 2000).

Cependant, 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 anœstrus au moment de la mise à la reproduction, les traitements combinant progestagènes / oestrogènes et PGF2 $\alpha$  donneront les meilleurs résultats. 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 (GRIMARD *et al.* 2003).

**L'ETUDE  
EXPERIMENTALE**

# L'ETUDE EXPERIMENTALE

## PREMIER PARTIE

### L'objectif d'étude :

L'objectif de notre travail est de déterminer le taux de réussite de la synchronisation des chaleurs par l'utilisation de deux protocoles différents (PRID plus PGF2 alpha et eCG & le protocole GPG) chez la vache laitière et allaitante, en estimant le taux de gestation à 1 mois post insémination.

### Cadre de l'étude :

L'étude est menée dans la ferme expérimentale de l'institut des sciences vétérinaire de Tiaret .au sud-Ouest d'Alger, Environ de 350km

### MATERIEL :

- **Animaux :**

L'étude a été réalisée sur un total de 7 vaches de critères différents (race, âge, SC...) (**tableau 01**).

Dans l'élevages expérimentale de L'ISV Tiaret dans la Wilaya de Tiaret durant la période allant du 1/2/2023 au 12/6/2023.

Numéro d'ordre	Numéro d'identification	L'age	La race	Score corporelle	Post partum
01	14/60	6ans	Prim' Holstein	02	65jours
02	14/65	5ans	Croisé	02.75	58 jours
03	14/58	6ans	Fleckvieh	03	62 jours
04	14/21	11 ans	Croisé	03	50 Jours
05	14/82	04 ans	Normande	03	74 Jours
06	14/60	06 ans	Prim' Holstein	03	03 mois
07	14/86	04 ans	Fleckvieh	03	70 Jours
08	14/56	07 ans	Fleckvieh	03,5	62 Jours

**Tableau 01: Identification des animaux de l'étude.**

## L'ETUDE EXPERIMENTALE

- produits de synchronisation des chaleurs :

les produits utilisés pour la synchronisation des chaleurs sont le delta prid® (ceva) par voie vaginale utilise en association avec la  $pgf_{2\alpha}$  (dalmazin, fatro) et la pmsg (ecg) (folligonmsd), ainsi que le protocole gpg (gnrh,  $pgf_{2\alpha}$ , gnrh) (dalmarelin, fatro) (figure (01, 02,03 ;04 ;05 ;06 ;07 ;08 ;09))



Figure 01 :PRID® DELTA



Figure 02 : applicateur du PRID®



Figure 03 : le produit du  $PGF_{2\alpha}$  DALMAZIN®



Figure 04 : eCG® 1000 UI



Figure 05: les gaines d'insémination artificielle



Figure 06: les paillettes d'insémination  
Artificielle

## L'ETUDE EXPERIMENTALE



**Figure 07 : Tube conique 15ml pour la Collecte de la semence**



**Figure 08: le vagin artificiel et le sperme que nous avons récolté**



**Figure 09: Gel lubrifiant non spermicide**

- **L'alimentation :**

Les femelles reçoivent une ration alimentaire à base de foin à raison de 5kg/vache et de concentré à raison de 4kg deux fois par jour par vache en plus de pâturage.

L'abreuvement est périodique lors du pâturage des vaches dans un abreuvoir collectif d'eau de puit renouvelé quotidiennement.

- **Evaluation de l'état corporel :**

L'état corporel est évalué par inspection visuelle et palpation de la base de la queue, pointe de la fesse, ligament sacro-tubérale, épine dorsale, point de la hanche, apophyses transverses et épineuses par le même opérateur.

## L'ETUDE EXPERIMENTALE

L'évaluation se situe entre la note 0 pour une vache cachectique et la note 5 pour une vache obèse. (les Figures 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ...) montrent l'état d'embonpoint des vaches expérimentales.



**Figure 10 : 1<sup>er</sup> vache (14/60) note 2**



**Figure 11 : 2<sup>ème</sup> vache (14/65) note 2.7**



**Figure 12 : 3<sup>ème</sup> vache (14/58) note 3**



**Figure 13 : 4<sup>ème</sup> vache (14/21) note 3**



**Figure 14 : 5<sup>ème</sup> vache (14/82) note 3**

## L'ETUDE EXPERIMENTALE



Figure 15 :7ème vache (14/86) note 03



Figure 16 :8ème vache (14/56) note 3.5

### PROTOCOL EXPERIMENTALE :

- **le premier protocole de synchronisation PRID®DELTA :**

Après avoir assuré une bonne contention des vaches, pour éviter tout mouvement brusque, pour l'emplacement de DeltaPRID® dans le vagin après nettoyage et désinfection de la région périnéale et des lèvres vulvaires.

# L'ETUDE EXPERIMENTALE

## 1. Avant la pose :

Numéro d'ordre	Numéro d'identification	L'état de l'ovaire par l'écho
01	14/60	OG:F OD:CJC
02	14/65	OG:PF OD:CJ
03	14/58	OG:PF OD:PF
04	14/21	OG: PF OD: CJ
05	14/82	OG: PF OD: F
06	14/60	OG: OV OD: PF
07	14/86	OG:Cj OD: PF
08	14/56	OG: CJ OD: PF

**Tableau 02 : l'application de l'échographe le jour de la pose de PRID®:**

- Nous Nettoyons et désinfectons l'applicateur dans une solution antiseptique à base d'Iode avant chaque utilisation.

## 2. Quand l'animal est prêt :

Nous Commençons la préparation de PRID® DELTA, les dispositifs intra vaginaux peuvent perdre leur élasticité s'ils sont laissés trop longtemps dans l'applicateur

3. Nous Ouvrons le sachet en aluminium pour extraire le PRID® DELTA En utilisant des gants.
4. Nous Plions PRID® DELTA avant de l'introduire dans l'applicateur.
5. Nous Assurons que le cordon en plastique dépasse par la fente prévue à cet effet.
6. Nous Poussons le dispositif dans l'applicateur en le laissant dépasser de 2 à 3 cm.

## L'ETUDE EXPERIMENTALE

7. Nous Appliquons un lubrifiant à l'extérieur de l'applicateur pour faciliter la pose.
8. Nous Nettoyons la vulve puis introduisons de l'applicateur dans le vagin.
9. Nous Assurons placer PRID<sup>®</sup> DELTA le plus profondément possible tout en manipulant en précaution.
10. Pressez sur la poignée pour libérer PRID<sup>®</sup> DELTA puis sortez l'applicateur doucement.
11. Le dispositif restera en place 9 jours selon le protocole choisi.
12. Une injection de 2ml DALMAZIN<sup>®</sup> 150 ug de Chloprosténol (prostaglandine 2 alpha) est réalisée 48H avant le retrait du dispositif.(**Figure 17**)
13. Nous Retirons le dispositif en tirant doucement sur le cordon puis on injecte une dose d'eCGFolligon<sup>®</sup> à la dose de 1000UI/ vache.
14. Nous avant inséminé les vaches 48H après le retrait de PRID<sup>®</sup> DELTA, sur chaleurs observées selon la procédure habituelle avec une semence fraîche récoltée d'un taureau de la même ferme.
15. Pour les autres femelles du deuxième protocole nous avons laissé les taureaux faire le travail (détection des chaleurs et insémination).
  - **Au moment de l'insémination** : Une palpation transrectale est effectuée sur l'ensemble des femelles (**voir Figures 18 et 19**)

Celle-ci a permis de constater les points suivants :

- Tonicité des cornes.
- Absence d'anomalies génitales.
- Présence de follicules
- Présence de la glaire cervicale.

## L'ETUDE EXPERIMENTALE



Figure 17 : L'injection de PGF2alpha



Figure18 : palpation du col utérin



Figure19 : acte de l'insémination artificielle

- ✓ Le constat de gestation a été réalisé par échographie entre 35 et 42 jours après l'insémination.
- ✓ Ou bien deux mois après l'insémination pour confirmer la gestation par la palpation transrectale

- **ledeuxieme protocole de synchronisation GPG :**

Le protocole consiste à injecter des gonadolibérines (GnRh) 2 ml de Darmarelin qui contient 50 ug, le Jours 0 suivi 07 Jours plus tard par une injection de prostaglandines F deux Alpha (PGF2 ) 02 ml de Dalmazin qui contient 150 ug de chloprosténol et le Jours 09 par une deuxième injection de GnRh.

## L'ETUDE EXPERIMENTALE

Numéro d'ordre	Numéro d'identification	Le jour d'insémination	Nature de l'insémination	Le jour de diagnostic de gestation par l'échographe
01	14/60	28/02/2023	IA	09/04/2023
01	14/65	28/02/2023	IA	09/04/2023
03	14/58	28/02/2023	IA	09/04/2023
04	14/21	Le Delta Prid était éliminé lors de la deuxième visite	/	/
05	14/82	12/05/2023	IN	12/06/2023
06	14/60	12/05/2023	IN	12/06/2023
07	14/86	12/05/2023	IN	12/06/2023
08	14/56	11/05/2023	IN	12/06/2023

**Tableau 03 : les dates d'insémination et les jours de diagnostique de gestation par l'écho**

**LES RESULTATS :**

## LES RESULTATS

### LES RESULTATS :

- **Le moment d'apparition des chaleurs chez les femelles synchronisées :**

Le tableau suivant montre le moment d'apparition des chaleurs chez les deux lots synchronisés, la méthode employée pour la détection des chaleurs, est l'observation des signes des chaleurs par un observateur qualifié et l'identification des montes passives et actives des vaches avec notation de l'heurs de cette détection.



**Figure 20 : monte passive des vaches synchronisés (1) avec insémination naturelle (2)**



**Figure 21 : monte passive des vaches synchronisés (1) avec insémination naturelle (2)**

## LES RESULTATS

Nous remarquons que l'apparition des chaleurs chez le groupe PRID était synchronisée de point de vue l'apparition des signes de chaleurs ; en plus les vaches ont manifesté le même jour et en même intensité les signes de chaleurs avec une moyenne de 48h après l'injection de la PMSG.

Par contre nous avons remarqué que le groupe expérimental GPG a montré une fourchette de temps d'apparition des chaleurs différée par rapport au premier groupe avec une vache qui a manifesté ces chaleurs 24h après la deuxième injection de la GnRh, deux vaches 48h après la deuxième injection et la dernière elle a montré des signes de chaleurs 60h après la deuxième injection de la GnRh.

Les lots	N° de la vache	Heures d'apparition des chaleurs
<b>Lot PRID</b>	14/65	48h
	14/60	48h
	14/58	48h
<b>Lot GPG</b>	14/86	24h
	14/56	48h
	14/21	48h
	14/60	60h

**Tableau 04 : moment d'apparition des chaleurs de chaque vache des deux lots expérimentales :**

- **Le résultat de l'insémination artificielle et naturelle par la confirmation de gestation après une période qui a varié entre 35 et 42 jours :**

Le tableau ci-dessous montre les résultats de notre protocole expérimental de point de vue conception et gestation, nous remarquons que les vaches synchronisées avec le Delta PRID ont eu un pourcentage de 66,66% (deux gestations positives contre trois femelles inséminées).

Pour ce qui est du protocole GPG nous avons constaté que le pourcentage de femelles gestantes était de 75% (les trois femelles sont gestantes contre quatre inséminées).

Nous avons constaté qu'une femelle du premier protocole a fait une gestation gémellaire, et après le troisième mois de gestation un avortement a été observé pour cette dernière.

Pour la vache 14/60 nous avons fait les deux protocoles et elle n'a pas conçu.

## LES RESULTATS

<b>Numéro d'identification</b>	<b>Le jour de diagnostic de gestation par l'échographe</b>	<b>Les résultats du diagnostic de gestation</b>
14/60	09/04/2023	Négatif
14/65	09/04/2023	Positif (gémélaire)
14/58	09/04/2023	Positif
14/21		
14/82	12/06/2023	Positif
14/60	12/06/2023	Négatif
14/86	12/06/2023	Positif
14/56	12/06/2023	Positif

**Tableau 05 : les résultats du diagnostic échographique des lots synchronisés**

# Discussion

## Discussion

### Discussion :

Parmi les différents signes de manifestation des chaleurs on a remarqué le chevauchement, la glaire cervicale, la tuméfaction et la congestion des lèvres vulvaires, les flehmens, la tonicité des deux cornes utérines, les montes actives et passives ainsi que la présence de follicules prés ovulatoires chez l'ensemble des femelles synchronisées

Dans le présent travail l'ensemble des vaches synchronisées avec les progestagènes ont montrées une meilleure synchronisation de chaleur avec une moyenne de 48h après la dernière injection d'eCG par rapport aux vaches traitées avec le protocole Ovsynch (GPG) qui ont montrés une variation dans l'apparition des chaleurs ( de 12 à 60 h ) après la dernière injection de GnRh.

L'idée de synchroniser la folliculogénèse avant l'administration de PGF2 $\alpha$  a amené à utiliser le GnRH. Le protocole, maintenant classique, est le suivant : injection de GnRH à J0, PGF2 $\alpha$  7 jours plus tard, GnRH 48 h après l'injection de PGF2 $\alpha$  (**Twagiramunguet *al*1994 et 1995, Pursleyet *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 $\alpha$  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 $\alpha$  provoque un pic de LH et l'ovulation 24 à 32 h plus tard pour 87 à 100 % des vaches (Pursleyet *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, Diskinet *al* 2001 ; 16-20 h : Pursleyet *al*1997, Cartmillet *al* 2001 ; 16-24 h, Mialotet *al*2003 ; 16-24 h, Moreira *et al* 2000a )**

La synchronisation des chaleurs est alors meilleure qu'avec les PGF2 $\alpha$  seules et permet l'insémination systématique sans détection des chaleurs (**Pursleyet *al* 1997a**).

Le taux de synchronisation des chaleurs obtenu dans notre étude était de 66,66% pour le lot DELTA PRID contre 75% pour le lot GPG, ce qui est presque similaire à celui obtenu dans la plupart des études utilisant des progestagène (entre 61,4 et 92,8%) (**Stevenson.1995 ; Ryan et al .1995 ; Chevallier et al.1996 ; Humblot et Grimard.1996 ; kastelic et al.1999 ; Smith et Stevenson et al .2000 ; Xu et burton.2000**).Ce taux élevé peut être expliqué, en partie, par le bon taux de cyclicité avant traitement et par l'effet des hormones combinées (progestérone, PGF2alpha, et eCG) ainsi que la dose d'eCG, ces

## Discussion

hormones ont montrés un effet synergique complémentaire dans notre étude. En effet, (Xu et al. 2000) ont obtenu un taux de synchronisation de 92,8% sur des vaches laitières qui étaient toutes cyclées avant le début du traitement de synchronisation (Xu et burton.2000).

Les taux de fertilité vont de 26 à 46 % pour les lots de plus de 100 animaux.

L'utilisation systématique de ces traitements en élevage laitier aux Etats-Unis a améliorés résultats de reproduction par rapport à l'IA sur chaleurs observée après injection de PGF2 $\alpha$  (Pursley et al 1997a).

Dans une autre étude (Larson et al., 2006), le taux de gestation des vaches allaitantes initialement cyclées était significativement supérieur à celui des vaches non cyclées (respectivement 54.7% et 45.9%). En outre, les vaches cyclées, en phase lutéale au début de l'étude ont un taux de gestation significativement supérieur à celles en phase folliculaire (respectivement 68,7% et 54,7%). Ce résultat est en accord avec une étude précédente (Mialot et al., 2003). La production endogène de progestérone, en plus de l'apport exogène, pourrait induire l'atrésie du follicule dominant, permettant ainsi d'initier une vague folliculaire.

Après le traitement de synchronisation, 85 % environ des vaches qui expriment des chaleurs le font entre 36 et 60 heures (Diskinet 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 (Bealet al 1984) et moins variable : on conseille de les inséminer une seule fois 48 h après retrait.

Les taux de gestation observés sur de grands lots d'animaux vont de 26 à 68 %.

# CONCLUSION

# Conclusion

## CONCLUSION :

Dans la présente étude expérimentale nous avons observé que les traitements de maîtrise des cycles dans l'espèce bovine et plus spécialement les vaches allaitantes par le protocole DELTA® (progestérone+Pg $\alpha$ 2+eCG 1000 UI) et le protocole G-P-G ont montré leurs intérêts dans la manifestation des chaleurs avec un total de vache (100%) qui ont présentés des signes de chaleurs.

Suivant nos résultats la synchronisation a été meilleure pour le lot DELTA PRID par rapport au lot G-P-G.; il nous a permis avant tout de synchroniser les chaleurs des vaches mais constitue aussi le traitement de choix pour répondre à des anomalies de cyclicité ou encore pour traiter les anoestrus postpartum.

De point de vue taux de gestation le protocole G-P-G a montré une légère augmentation du taux de gestation par rapport au lot DELTA PRID.

On ne peut avancer des jugements sur les deux protocoles à partir de nos résultats du fait de l'effectif réduit et on aimerait bien agrandir notre échantillon dans les prochaines études.

## REFERANCE :

- Aguer. D., (1981). Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. Rec. Med. Vet., 157, 53-60
- ALAIN PARIS, FRANÇOIS ANDRÉ, JEAN-PHILIPPE ANTIGNAC .. L'utilisation des hormones en élevage : les développements zootechniques et les préoccupations de santé publique CHAPITRE 6 p124.
- Anonyme 3: [https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode\\_immuno\\_enzymatique\\_ELISA](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_immuno_enzymatique_ELISA) Consulté le 23/12/2015.
- AUSTIN EJ, MIHM M, EVANS ACO, KNIGHT PG, IRELAND JLH, IRELAND JJ, ROCHEJF - Alterations in intra follicular regulatory factors and apoptosis during selection of the follicles in the first follicular wave of the bovine estrous cycle - BiolReprod, 2001 ; 64 : 839-848.
- BAO B, GARVERICK HA - Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves : a review - J Anim, Sci, 1998 ; 76 : 1903-1921
- BAO, B; GARVERICK, H.A; SMITH, G.W; SMITH, M.F; SALFEN, B.E; YOUNGQUIST, R.S. (1997). Changes in mRNA encoding LH receptor, cytochrome P450 side chain cleavage and aromatase are associated with recruitment and selection of bovine ovarian follicles. Biology of reproduction. 56, pp 1158-1168.
- BARIL, G; CHEMINEAU, P; COGNIE, Y; GUERIN, Y; LEBOEUF, B; ORGEUR, P; VALLET, J.C. (1993). Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Station de la physiologie de la reproduction Institut national de la recherche agronomique (INRA) Nouzilly, 37380 Monnaie, France, pp 121.
- BARONE, R. (1978). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome3. Splanchnologie II. Appareil uro-génital. Fœtus et annexes. Péritoine et Topographie abdominale. Laboratoire d'anatomie École national vétérinaire Lyon, pp 283- 327, 317-318.
- BARTOLOME, J.A; MELENDEZ, P; KELBERT, D; SWIFT, K; MCHALE, J; HERNANDEZ, J; SILVESTRE, F; RISCO, C.A; ARTECHE, A.C.M; THATCHER, W.W. ; ARCHBALD, L.F. (2005). Strategic use of gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) to increase pregnancy rate and reduce pregnancy loss in lactating dairy cows

subjected to synchronization of ovulation and timed insemination. *Theriogenology*, 63, pp 1026- 1037.

- BARTOLOME, J.A; MELENDEZ, P; KELBERT, D; SWIFT, K; MCHALE, J; HERNANDEZ, J; SILVESTRE, F; RISCO, C.A; ARTECHE, A.C.M; THATCHER, W.W. ; ARCHBALD, L.F. (2005). Strategic use of gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) to increase pregnancy rate and reduce pregnancy loss in lactating dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed insemination. *Theriogenology*, 63, pp 1026- 1037.
- Bo G.A., Adams G.P.,Caccia M ., Martinez M., Pierson RA., Mapletoft RJ.,(1995). Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and estradiol in cattle. *AnimReprodSci*;39:193-204
- BONNES, G; DESCTAUDE, J; DROGOUL, C; GADOUD, R ; LE LOC'H, A ; MONTMEAS, L. (1988). *Reproduction des mammifères d'élevage*, 1ère édition, Paris, pp 239.
- BOUAZIZ 2020 *Maîtrise des cycles chez les femelles domestiques: Modification de*
- BUDRAS KD, HABEL RE, WÜNSCHE A, BUDA S, JAHRMÄRKER G, RICHTER R, STARKE D (2003); *Bovine Anatomy: An illustrated text- First édition*. Hannover, Germany:Schlütersche;138 p ; ISBN 3-89993-000-2
- BIDAN, Fabrice, SALVETTI, Pascal, LEJARD, Agnès, BAREILLE, Nathalie, LE MEZEC, Pascale et DIMON, Philippe, 2020. Forte dégradation de la fertilité bovine en 2017-2018. In : *Institut de l'élevage- idele- construisons ensemble les avenir de l'élevage* [en ligne]. 2020. Disponible à l'adresse [http : //idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/ recommends/reproscopeperformances-2017-2018-une-forte-degradation-de-la-fecondite.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/reproscopeperformances-2017-2018-une-forte-degradation-de-la-fecondite.html).
- CARATY, A ; DUITTOZ, A ; PELLETIER, J ; THIERY JC; TILLET, Y ; BOUCHARD, P. (2001). Libération pulsatile des gonadotropines, de la prolactine et de la GH. Le contrôle de la pulsativité de LH. Dans : Thibault et Levasseur (Edits). *La reproduction chez les mammifères et l'homme*. Ellipses, INRA, Paris, pp 85- 107.
- Cartmill J.A., El-Zarkouny S.Z., Hensley B.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. *J. DairySci.*, 84, 1051-1059.
- [cfppa.fr/infocampus/wp-content/uploads/2013/10/Anatomieebpa2000](http://cfppa.fr/infocampus/wp-content/uploads/2013/10/Anatomieebpa2000).

- Chastant-Maillard S., Fournier .R., Remy D., (2005) « Les vagues folliculaires. Actualités sur le cycle de la vache. » Le point vétérinaire, n° spécial : Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologies, 36, 10-15
- Chastant-Maillard S., Balandraud J., Jegou L., Kessler T.,Quinton H., Constant F., Mialot J.P., 2002. Actualités dans le traitement de l'infécondité chez la vache : autour du GnRH. In : Conduite à tenir de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal. Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, 217-224. SNGTV Ed, Paris.
- COLAZO, M.G; MARTINEZ, M.F; SMALL, J.A; KASTELIC, J.P; BURNLEY, C.A; WARD, D.R; MAPLETOFT, R.J. (2005). Effect of oestradiol valerate on ovarian follicle dynamics and superovulatory response in progestin- treated cattle. Theriogenology. 63, pp 1454- 1468.convenance du cycle œstral p6-7.
- Diskin M.G., Sreenan J.M., Roche J.F., 2001. Controlled breeding systems for dairy cows. In : M.G. Diskin (ed), Fertility in the high producing dairy cow, Occasionnal publication n°26, 175-193. British Society of Animal Science, Edinburgh
- Deletang F., (1983).Objectif et réussite de la synchronisation des chaleurs chez la vache laitière et allaitante.In : Grimard et al., (2003). Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. INRA prod .Anim.,16,211-227
- DRIANCOURT, M.A; LEVASSEUR, M.C. (2001). Cycles estriens et cycles menstruels. Dans : La reproduction chez les mammifères et l'homme. Édition Ellipses, INRA, Paris, pp 680- 698.
- DUDOUE, CH. (1999). La production des bovins allaitants 1er édition France Agricole, pp84.
- ENNUYER M - Les vagues folliculaires chez la vache, Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction - Point Vet, 2000 ; 31 (209) : 377-383
- Ennuyer M., (2000). Les vagues de croissance folliculaire chez la vache – Application pratique à la maîtrise de la reproduction. Le Point Vétérinaire, 31, 209, 9-16.
- ERICKSON, G.F; DANFORTH, D.R. (1995). Ovarian control of follicle development. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 172, pp 736-747
- FIENI F, TAINTURIER D, BRUYAS JF, BATTU I - Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache – Bull GTV, 1995 ; 4 : 35-49.
- FILICORI, M ; FLAGMIGNI, C ; DELLAI, P. (1994). Treatment of anovulation with pulsatile gonatropinreleasing hormone: Prognostic factors and clinicals results in 600 cycles. J. Clin. Endocrinol. Metab.79, pp 1215-1220.

- Fournier .R., Driancourt .M.A. , (2007). Maitrise de l'oestrus en troupeau allaitant dans le contexte européen. Revue : Reproduction management bulletin, volume3, issue1, octobre 2007
  - Fournier .R., Driancourt MA., Schmitz W., Holtz W., (2008). « La méthode GPG et ses voies d'amélioration. Comparaison de deux inducteurs d'ovulation dans un protocole de Synchronisation COSYNCH. » Journées Nationales GTV, Nantes, 555-559.
- françaises».INRA Prod. Anim. 30 (2) : 125-138.
- Gipoulou C., Ennuyer M., Humblot P., Remmy D., Hagen-Picard N ., Deletang F., Mayar JC., Regis R., (2003) .Gestion de la reproduction. In formation à la maitrise de la reproduction bovine. (cd-rom), Paris: editions AFC-CEVA-MIDATEST-OGER-CAMIA-KEREL,2003.
  - GRAHAM, J.D; CLARKE, C.L. (1997). Physiological action of progesterone in target tissues. Endocr. Rev. 18, pp 502- 519.
  - Grimard, B, J Agabriel, G Chambon, A Chanvallon, S Chastant, F Constant, et J.P
  - GRUYTER, W. (1988). Dictionary of Obstetrics and Gynecology. Pschyrembeled, pp 277.
  - HAFEZ, E.S.E. (1993). Hormones, growth factors and reproduction. Reproduction in Farm Animals, pp 94-113.
  - HAMILTON SH, GARVERICK HA, KEISLER DH, XU ZZ, LOOS K, YOUNGQUIST RS ;1995-Characterization of follicle/cyst dynamics and associated endocrine profiles in dairy cows
  - Hanzen C., Boudry B., Bouchard E. (2003b). « Protocole GPG et succès de reproduction. » Le Point Vétérinaire, n°238, 2003c, 50-54.
  - HanzenCh, Laurent Y., (1991). Applications des progestagènes au traitement de l'anoestrus fonctionnel dans l'espèce bovine. Ann. Med. Vet., 1991, 135, 547-557.
  - Kastelic J.P., Olson W.O., Martinez M., Cook R.B., Mapletoft R.J., (1999) .Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. Can. Vet. J., 40,173-178
  - Kinder J.E.,Kojima.N.,Wehrman NE., Fike K.E., (2003). Progestin and estrogen regulation of pulsatile LH release and development of persistant ovarian follicles in cattle. Anim Sci;74:1424-1440.
  - Larson J.E., Lamb G.C., Stevenson J.S., Johnson S.K., Day M.L., Geary T.W.,Kesler D.J., et al., 2006. Synchronization of estrus in suckled beef cows for detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F2 $\alpha$ , and progesterone. *J. Anim. Sci.*, **84** (2): 332-342, doi: 10.2527/2006.842332x.

- Laverdière G., (1994). Comparaison de l'effet de deux analogues de la prostaglandine F2a sur la synchronisation de l'oestrus chez la vache de boucherie. *Can. J. Anim. Sci.*, 74, 29-36
  - Mc Dougall S., (2010). Effects of treatment of anestrous dairy cows with gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin, and progesterone. *J. Dairy Sci.* 2010;93:1944-1959
  - MCNATTY KP, HEATH DA, LUNDY T, FIDLER AE, QUIRKE L, O'CONNELL A, SMITH P, GROOME N, TISDALL DJ, 1999- Control of early ovarian follicular
  - MEDAN, M.S; WATANABE, G; SASAKI, K; GROOME, N.P; SHARAWY, S; TAYA, K. (2005). Follicular and hormonal dynamics during the estrous cycle in goats. *J. Reprod. Dev.* Aug. 51(4), pp 455-63.
- Mialot 2017 « Particularités de la reproduction des vaches allaitantes de races
- Mialot J.P., Constant F., Dezeaux P., Grimard B., Deletang F., Ponter A.A., (2003). Estrus synchronization in beef cows: comparison between GnRH + PGF2 $\alpha$  + GnRH and PRID + PGF2 $\alpha$  + eCG. *Theriogenology*, 60, 319-330.
  - Mialot J.P., Ponsart C., Gipoulou C., Bihoreau J.L., Roux M.E., Deletang F., (1998). The fertility of autumn calving suckler beef cows is increased by the addition of prostaglandin to progesterone and eCG estrus synchronization treatment. *Theriogenology*, 49, 1353-1363.
  - Mialot J.P., Laumonnier G., Ponsart C., Fauxpoint H., Barassin E., Ponter A.A., Deletang F., (1999). Postpartum subestrus in dairy cows: comparison of treatment with prostaglandin F2 $\alpha$  or GnRH + prostaglandins F2 $\alpha$  + GnRH. *Theriogenology*, 52, 901-911
  - Moreira F., de la Sota R.L., Diaz T., Thatcher W.W., 2000a. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim. Sci.*, 78, 1568-76.
  - MOENTER, S.M; CARATY, A; LOCATELLI, A; KARSCH, F.J. (1991). Pattern of gonadotropin releasing hormone (GnRH) secretion leading up to ovulation in the ewe: existence of a preovulatory GnRH surge. *Endocrinology*. 129 (3), pp 1175-82.
  - MONGET P, FABRE S, MULSANT P, LECERF F, ELSEN JM, MAZERBOURG S, NGOM R., (2002). Évaluation du diagnostic précoce de gestation par le dosage de la progesterone dans le sang chez les vaches inséminées en élevage traditionnel. *Mémoire DEA, Productions animales: Dakar (EISMV)*, 02, PP3-15.
  - PELLETIER, J. (1983). Le "Pulse" de LH: un quantum d'énergie hormonale. *Ann Endocr, Paris*. 44, pp 305-308.

- PETERS, A.R; BALL, P.J.H. (1994). *Reproduction in Cattle*. 2nd Edn. Blackwell Science Ltd. Oxford Press, London, UK. Philadelphia, pp 89-104.
- PETERS, H; Mc NATTY, K.P. (1980). *The Ovary*. In *Reproductive Biology Handbooks*. Edition Elek. Granada Press, New York, pp 175.
- Picard-Hagen N., Raboisson, D., Nouvel, X, Corbière, F et Berthelot, X,( 2008b). *Approche collective d'un trouble de la reproduction en élevage bovin*. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire Elevages et santé*. 2008. Vol. 2, n° 10, p. 14-19
- Picard-Hagen N., Saint-Blancat M., ponsart C., Ennuyer M., Defachelles J., Descoteaux L., (2008c) : « Comment utiliser les programmes de synchronisation de la reproduction en France chez les vaches laitières. » *Le nouveau praticien vétérinaire*, 2, 21-26
- Picard-Hagen N., Saint-Blancat M., ponsart C., Ennuyer M., Defachelles J., DescoteauxL.,(2008c) : « Comment utiliser les programmes de synchronisation de la reproduction en France chez les vaches laitières. » *Le nouveau praticien vétérinaire*, 2, 21-26
- Pursley JR., Mee MO and Wiltbank MC., (1995). Synchronisation of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH. *Theriogenology*, 44, 915-923
- Pursley J.R., Kosorok M.R., Wiltbank M.C., 1997a. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. DairySci.*, 80, 301-306.
- Pursley J.R., Wiltbank M.C., Stevenson J.S., Ottobre J.S., Gaverick H.A., Abderson L.L., 1997b. Pregnancy rate per artificial insemination for cows and heifers inseminated at synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. DairySci.*, 80, 295-300.
- Pursley J.R., Silcox R.W., Wiltbank C.W., 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. DairySci.*, 81, 2139-2144.
- Savio, J. D., M. P. Boland, et J. F. Roche. 1990 « Development of Dominant Follicles and Length of Ovarian Cycles in Post-Partum Dairy Cows ». *Journal of Reproduction and Fertility* 88 (2) : 581-91.
- Stevenson J.S., Pursley J.R., Gaverick H.A., Fricke P.M., Kesler D.J., Ottobre J.S., Wilbank M.C. (2006). Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during ovsynch. *J. Dairy Sci.*, 89:2567-2578.
- TANAKA, Y; NAKADA, K; MORIYOSHI, M; SAWAMUKAI, Y. (2001). Appearance and number of follicles and change in the concentration of serum FSH in female bovine fetuses. *Journals of Reproduction and fertility*. 121, pp 777-782

- Thatcher W.W., Macmillan K.L., Hansen P.J., Drost M., (1989). « Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. » *Theriogenology*, 31, 149-164
- Thatcher W.W., Patterson D.J., Moreira F., Pancardi M., Jordan E.R., Risco C.A., 2001. Current concepts for estrus synchronization and timed insemination. In : American Association of Bovine Practitioner, AABP Ed, Vancouver, 95-105.
- Tregaskes LD., Broadbent PJ., Dolman DF., Grimmer SP., Franklin MF., (1994). Evaluation of Crestar, a synthetic progestogen regime, for synchronising oestrus in maiden heifers used as recipients of embryo transfers. *Vet Rec*, 134, 92-4.
- Twagiramungu H., Guibault L.A., Proulx J., Villeneuve P., Dufour J.J. , (1992). « Influence of an Agonist of Gonadotropin-releasing hormone (Buserelin) on estrus synchronisation and Fertility in Beef Cows. » *Journal of Animal Science*, 70, 1904-1910
- WATTIAUX M., (2000). Reproduction et nutrition. L'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur. 4p.
- WEBB R, CAMPBELL BK, GARVERICK HA, GONG JG, GUTIERREZ CG, ARMSTRONG DG - Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection – *J Reprod Fertil Suppl*, 1999 ; 54 : 33-48.
- WEBB R, GARNSWORTHY PC, GONG JG, ARMSTRONG DG - Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences - *J Anim Sci*, 2004 ; 82 (E- Suppl) : E63-E74.
- WEBB R, NICHOLAS B, GONG JG, CAMPBELL BK, GUTIERREZ CG, GARVERICK HA, ARMSTRONG DG - Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle - *Reprod Suppl*, 2003 ; 61 : 71-90.
- Wolfenson D., Thatcher W.W., Savio J.D., Badinga L., Lucy C., (1994). « The effect of GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronisation of estrus in cycling lactating dairy cows. » *Theriogenology*, 42, 633-644
- Xu Z.Z., Burton L.J., McDougall S., Jolly P.D., (2000). Treatment of noncyclic dairy cows with progesterone and estradiol or with progesterone, GnRH, prostaglandin F<sub>2α</sub> and estradiol. *J. Dairy Sci.* 83:464-470
- XU ZZ, BURTON LJ. Estrus synchronization of lactating dairy cows with GnRH, progesterone, and prostaglandin F<sub>2α</sub>. *J. Dairy Sci.*, 2000, 83, 471-476