

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITE IBN KHALDOUN-TIARET

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER

Filière

Sciences Vétérinaires

Option

Reproduction des Animaux de la Ferme

Présenté par :

MAZROUA Leila

Thème

Etude de l'efficacité du traitement de synchronisation des chaleurs (longue durée 14 jours, courte durée 11 jours) à base des progestagènes associés ou non à la prostaglandine (PGF2ALPHA) chez la vache laitière au niveau de la wilaya de Tiaret.

JURY

Président : Pr. BOUCIF Ahmed

Rapporteur : Pr. NIAR Abdellatif

Examineur: Dr. KHIATI Baghdad

Examineur: Dr. BENCHOHRA Mokhtar

Grade et université

Prof. Institut des sciences vétérinaires TIARET.

Prof. Faculté des sciences naturelle TIARET.

MCA. Institut des sciences vétérinaires TIARET.

MCA. Institut des sciences vétérinaires TIARET.

Année universitaire : 2016-2017

Sommaire

Première partie: étude bibliographique les bases physiologiques et hormonales de l'utilisation des traitements de synchronisation des chaleurs chez la vache.

Introduction	1	
CHAPITRE 1 : l'activité ovarienne cyclique chez la vache.		
I. Ovogenèse et évolution folliculaire		
1. Ovogenèse.....	3	
2. Folliculogenèse.....	3	
2.1. Stades de développement des follicules ovariens	3	
2.2. Folliculogenèse basale.....	4	
2.3. Folliculogenèse terminale.....	5	
.....		
2.3.1. Les étapes de la folliculogenèse terminale.....	5	
-Le recrutement		
-La sélection		
-La dominance		
2.3.2. Notion de vagues folliculaires.....	6	
II. Le cycle ovarien		
2.1. Caractéristiques générales du cycle ovarien dans l'espèce bovine.....	7	
2.2. Les phases du cycle œstral.....	8	
2.2.1. Phase folliculaire	8	
-Le pro-œstrus		
-L'œstrus		
2.2.2 Ovulation	9	
2.2.3 Phase lutéale	10	
-Metoestrus		
-Dioestrus		
2.2.4. Lutéolyse	10	
a. Le contrôle de la sécrétion de la PGF2 par l'œstradiol	11	
b. Le contrôle de la sécrétion de la PGF2 par l'ocytocine	11	
III -La régulation hormonale de l'activité sexuelle cyclique	11	
CHAPITRE 2 : la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle bovine.		
I. Les applications de la synchronisation de l'œstrus à l'échelle du troupeau		
1. Intérêts économiques	14	
a. Assurer la diffusion du progrès génétique	14	
- L'insémination artificielle		
- Le transfert d'embryon		
b. Assurer une rentabilité optimale à l'élevage	15	
2. Intérêts techniques	16	
3. Intérêts médicales.....	16	
II. Les différents protocoles de la maîtrise des cycles		17
2.1. Les protocoles à base de prostaglandine	18	
2.1.1. Protocole	20	
2.1.2. Inconvénient.....	22	
2.2. les protocoles à base de progestagènes.....	22	
a. Présentation.....	22	
b. Mode d'action	22	
c. Description des molécules	23	
1. Progestagènes	23	
2. Ajout de prostaglandines F2α	24	

3. eCG	24
3. Synchronisation de l'œstrus.....	25
3.1. Principe	25
3.2. Utilisation de progestérone	26
a. PRID®« spirale vaginale »: (Progesterone Releasing Intravaginal Device)	26
a.1. Description.....	26
a.2. Mode d'action	26
b. PRID® DELTA	27
b.1. Méthode d'administration	28
b.2. Durée de traitement	29
3.3. Agent lutéolytique utilisé	30
3.3.1. Utilisation de Prostaglandine.....	30
3.4. Exemple protocole de traitement avec PRID.....	30
3.5. Inconvénient	31
4. Implant CRESTAR®.....	32
4.1. Ancien protocole.....	32
a. Protocole.....	33
b. Mode d'action	34
4.2. Nouveau protocole.....	34
2.1. Durée d'utilisation.....	34
a. Protocole.....	35
b. Mode d'action.....	35
c. Inconvénients.....	36
III. Efficacité des traitements à base de progestagènes.....	36
IV. Facteurs de variation de la fertilité à l'œstrus induit par les progestagènes	37
4.1. Facteurs liés à l'animal.....	37
4.1.1. Cyclicité avant le traitement.....	37
4.1.2. Stade du cycle en début de traitement	38
4.1.3. Parité	39
4.1.4. Race.....	39
4.1.5. Conditions du vêlage précédent	40
4.1.6. Production laitière.....	40
2. Facteurs liés à la conduite de l'élevage.....	40
1. Intervalle vêlage-traitement.....	40
4.2.1. L'alimentation.....	41
a. Le niveau alimentaire	41
- la note d'état corporel.....	42
b. Le flushing	42

Deuxième partie: *partie expérimentale.*

I. Matériel et méthodes	44
1. Problématique.....	45
2. Description générale des élevages et de la population	45
2.1. Les élevages	45
1. Description de la population.....	45
2. Données recueillies avant la mise en lots	46
a. Données individuelles	46
b. Données d'élevage	
3. Choix des animaux	47
1. Critères d'inclusion.....	47
2. Critères d'exclusion.....	47
3. Constitution des lots	47
4. Description de l'échantillon	49
1. Répartition des animaux selon la race.....	49
2. Répartition des animaux selon le rang de vêlage	50
3. Répartition des animaux selon la note de l'état corporel.....	51
4. Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage-traitement.....	52
5. Conditions de vêlage	52
6. Cyclicité avant traitement	53
7. Répartition des animaux en fonction des pathologies post partum.....	53
5. Matériels.....	54
5.1. Matériels de synchronisation.....	54
5.2. Matériel du diagnostic de gestation.....	55
5.3. Médicaments utilisés	55
6. Protocole expérimental	56
6.1 Schémas thérapeutiques	56
1. Evaluation de la synchronisation	59
2. Evaluation de la fertilité à l'œstrus induit	59
7. Analyse statistique des données	61
1. Analyse uni-variée	61
2. Analyse multi-variée.....	61
3. Variables incluses dans l'analyse	62
a. Variables explicatives.....	62
b. Variables expliquées	63
Résultats	64
I. Traitement des données	65
1. Les variables prises en compte dans l'analyse statistique.....	66
a. Variables explicatives	66
b. Variables expliquées	66
2. Description de l'échantillon	66
3. Répartition des animaux selon Intervalle vêlage-début du traitement progestérone..	67
4. Cyclicité avant traitement.....	68

II. Description de la base des données	68
1.Synthèse des données individuelles	68
2.Comparabilité des lots	70
a. Résultats du PRID® (courte et longue durée)	71
b. Résultats du CRESTAR® (courte et longue durée)	71
c. Résultats du traitement à base de prostaglandines	71
1.Taux de vaches observées en chaleurs et résultats de reproduction à l'issue des protocoles de synchronisation des chaleurs.....	72
a. Taux de vaches observées en chaleurs	72
1. Lot PRID®	72
b. Taux de chaleurs pour les vaches observées en chaleur pour le traitement progestatif de courte et longue durée.....	73
c. . Comparaison des taux d'apparition des chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et CRESTAR à 2 durée différentes 14 et 11 jours	73
d. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et CRESTAR à une durée de 11 jours.....	74
e. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et le CRESTAR pour une durée de 14 jours	75
1. Evaluation de la réussite des protocoles de synchronisation des chaleurs.....	76
a. Comparaison des taux de réussites des protocoles expérimentés sur les 4 lots traités à base de progestagènes, à savoir le PRID et l'Implant Auriculaire CRESTAR pour deux durées différentes (14 et 11 jours)	77
b. Taux de réussite de traitement de synchronisation ; traitement à base de progestagènes de courte durée 11 jours (PRID® et CRESTAR®).....	77
c. Comparaison des taux de réussites des protocoles expérimentés sur les 2 lots traités à base de progestagènes, à savoir le PRID® et l'Implant Auriculaire CRESTAR®, de deux durées différentes de traitement, à savoir 11 et 14 jours	78
d. Taux de réussite de traitement de synchronisation : traitement de longue durée (14 jours), à base de progestagènes (PRID® et CRESTAR®).....	78
e. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de prostaglandines F2α sur des vaches cyclées et vérifié par « échographie ».....	79
f. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de prostaglandines F2α sur des vaches cyclées et vérifié par « échographie ».....	79
g. Taux de réussite du traitement de synchronisation : traitement à base de PGF2α sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie».....	81
h. Comparaison des taux de gestation sur les 2 lots traités à base de PGF2α sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie».....	81

	82
III. Facteurs de variation de traitement de synchronisation des chaleurs	
1. Principe du test d'analyse de la variance effectué par le logiciel R	82
2. L'analyse uni-variée	83
1. L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur l'apparition des chaleurs.....	83
2. L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur l'œstrus induit suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes	84
3. L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur la gestation	84
4. L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur la gestation suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes	85
5. L'effet combiné de la durée de traitement et de produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation	85
6. L'effet de la note d'état corporel sur l'œstrus induit par le traitement de synchronisation	86
7. L'effet de la note d'état corporel sur la gestation induite par le traitement de synchronisation	86
8. L'effet du nombre de vêlages sur l'œstrus induit.....	87
9. Effet du nombre de vêlages sur la gestation	87
10. L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur l'œstrus	88
11. L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur la gestation.....	88
12. Effet des pathologies du post partum sur l'œstrus induit.....	89
13. L'effet des pathologies du post partum sur la gestation.....	89
14. Effet du type de vêlage sur l'œstrus induit.....	90
15. Effet du type de vêlage sur la gestation	91
16. Effet de la race sur l'œstrus induit	91
17. Effet de la race sur la gestation.....	91
18. Effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR ; PGF2 α) sur la gestation.....	92
19. Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs.....	93
20. Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur la gestation.....	93
21. Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et des pathologies du post partum sur la gestation	94
22. Effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation	94
DISCUSSION	96
1. La durée de traitement	97
2. Le progestatif utilisé (PRID® ou CRESTAR®)	97
3. Traitement à base de prostaglandines F2 α	98
4. Quelques facteurs de variation de la fertilité	99
a. La race	99
b. La note d'état corporel	99
c. L'intervalle vêlage traitement	100
d. Le rang du vêlage	100
e. Les conditions du vêlage antécédent	100
f. Les pathologies du post-partum	101
CONCLUSION	102
RESUME	103
ANNEXES	104

I. Introduction :

L'élevage bovin laitier est un des axes prioritaires des politiques de l'Etat Algérien dans le domaine agricole et pour la satisfaction des besoins en protéines animales d'une population en plein essor démographique et qui s'urbanise rapidement. Ce dernier est aussi considéré comme une source protéique importante et jouant un rôle vital dans l'alimentation humaine ; il en est de même pour le lait qui revêt un caractère hautement stratégique dans notre pays.

L'élevage bovin est cantonné généralement dans le nord du pays avec quelques incursions dans les autres régions. Son effectif est quasiment au même niveau qu'en 2010, il occupe ainsi la troisième place après le cheptel ovin et caprin avec moins de 2 millions têtes bovines, ce qui représente 6% de l'ensemble du cheptel national des ruminants (MADR, 2014).

En dépit de l'importation massive de vaches laitières à haut potentiel génétique, la production laitière en Algérie reste faible, elle est estimée à 220 millions de litres en 2006 et à 250 millions de litres en 2007 (**Nekkab, 2008 In Niat Miloud, 2009**). Cette dernière demeure en totale inadéquation avec la croissance encore forte de la population, et avec un niveau de consommation de 110 litre/hab/an en vigueur ; la production nationale ne représenterait alors que 38.5% des besoins totaux de l'Algérie pour l'année 2007. Pour combler ce déficit, notre pays a recourt à l'importation de lait en poudre avec une facture très élevée. Selon Chehat (2008), l'Algérie était classée au début de l'année 2008, premier importateur mondial de poudre de lait entier, quatrième importateur de poudre de lait écrémé.

De janvier à octobre 2016, les quantités importées de ce produit (lait en poudre, crèmes de lait et matières grasses laitières utilisées comme intrants) ont également reculé pour s'établir à 324.206 tonnes contre 364.531 tonnes, soit une réduction de près de 11,06 % entre les deux périodes de comparaison, indique le Centre national de l'informatique et des statistiques des douanes (CNIS).

Dés lors, la nécessité d'intensification de l'élevage s'est fait sentir. Ainsi, et depuis un certain nombre d'années, des efforts sont consentis dans ce sens par des essais de sensibilisation des éleveurs de l'intérêt majeur de pouvoir mobiliser la période du post-partum qui est l'axe de toute la reproduction en vue de raccourcir l'intervalle vêlage-vêlage.

Les programmes de la maîtrise de la reproduction sont devenus une nécessité en clientèle rurale : aux traitements individuels « classiques », le vétérinaire se doit aujourd'hui de proposer des techniques de suivi global de troupeau, afin d'améliorer la rentabilité des exploitations en partenariat avec les éleveurs. Les traitements de synchronisation et d'induction des chaleurs chez les bovins interviennent à ces deux niveaux ; individu et troupeau.

Aspect individuel : ils permettent par exemple de traiter un animal en anœstrus du post-partum. Aspect troupeau : synchroniser un lot d'animaux pour s'affranchir de la détection des chaleurs ou pour transférer des embryons.

La maîtrise de la reproduction en élevage bovin a des objectifs différents selon le système d'élevage. En élevage bovin laitier, elle est primordiale notamment pour garantir la rentabilité économique de l'élevage : réalisation de l'objectif d'un veau par vache et par an ; planification des vêlages pour assurer le quota laitier annuel ; diminution du nombre d'inséminations ou de traitements en cas d'échec de la mise à la reproduction. La première clé de cette réussite passe nécessairement par une bonne observation des chaleurs par l'éleveur afin d'inséminer la vache au moment le plus optimal. Les traitements de synchronisation des chaleurs permettent de s'affranchir de cette détection, de regrouper la venue en chaleur d'un groupe d'animaux et d'inséminer « en aveugle ».

En outre, les traitements de maîtrise des cycles permettent d'induire des chaleurs chez les vaches en anoestrus ou en subœstrus du post-partum. Les traitements progestagènes associés à l'ECG¹ permettent de synchroniser, de contrôler et d'induire les chaleurs et l'ovulation chez les femelles bovines. Il n'est alors plus nécessaire de détecter les chaleurs et il devient possible de choisir la date de la mise à la reproduction. Par conséquent, l'insémination artificielle peut alors être utilisée de façon plus large, permettant d'accélérer au progrès génétique.

L'objectif de cette étude a été de comparer la fertilité à l'œstrus induit après un traitement de synchronisation des chaleurs de 11 jours ou de 14 jours à base de progestagènes (PRID® Delta contenant 1,55 g de progestérone; injection de prostaglandine F2 α , 48 heures avant le retrait; injection de PMSG² le jour du retrait; monte libre) , cette étude a été réalisé au niveau de la wilaya de Tiaret (en exploitant les vaches laitières des fermes pilotes et quelques élevages privés) du 22 février au 23 décembre 2016 ;le concept des durées de traitement progestatif courte et longue sont envisagées pour voir si l'allongement de la durée ou le raccourcissement a un effet sur l'intensité des expressions de l'œstrus par les vaches laitières ; ainsi voir l'efficacité d'allongement de la durée si nous aidera à avoir un taux de

¹ - ECG - Equine chorionique gonadotrophine

² - PMSG – pregnant mare serum gonadotrophine

gestation plus élevé par rapport au traitement de courte durée. Vers la fin de notre expérimentation on en sortira par une conclusion qui nous espérons servira pour nos collègues vétérinaires cabinnaires de bien gérer la durée de traitement d'induction et de synchronisation de l'œstrus à base des progestagènes.

Dans une première partie, et au travers d'une étude bibliographique, nous rappellerons les bases physiologiques et hormonales de l'utilisation des traitements de synchronisation des chaleurs chez la vache. Dans une deuxième partie, nous aborderons l'étude expérimentale conduite sur des vaches laitières, avec une étude comparative de deux durées d'utilisation de ce nouveau protocole PRID® DELTA/ et ou CRESTAR®. L'étude expérimentale sera présentée selon un plan classique. Le matériel et méthodes seront décrits et les résultats seront présentés et discutés.

CHAPITRE 1 : l'activité ovarienne cyclique chez la vache.

La compréhension des mécanismes régulateurs, endocrines, autocrines et paracrines, qui permettent l'alternance des phases de croissance folliculaire et lutéale, constitue un pré-requis indispensable à la maîtrise de la cyclicité de la femelle bovine, à la gestion optimale d'un cheptel et plus particulièrement à l'optimisation du capital génétique qu'il représente pour l'éleveur.

I. Ovogenèse et évolution folliculaire :

I.1. Ovogenèse :

L'ovogenèse est l'ensemble des processus qui président à la formation et au développement des ovocytes fécondables.

Au cours de la vie embryonnaire (à partir du 80^{ème} jour de gestation chez les bovins) les ovogonies, c'est-à-dire les cellules germinales, se multiplient rapidement puis entrent en phase I de la méiose pour donner naissance aux ovocytes I.

Elles restent alors bloquées au stade de prophase I de la méiose jusqu'à l'ovulation ou, plus fréquemment, jusqu'à l'atrésie (**Mehlmann, 2005**). A la naissance, le stock d'ovocytes de l'individu est donc déterminé. On l'estime entre 10000 et 250000 dans l'espèce bovine (**Saint-Dizier et al., 2014**).

I.2. Folliculogenèse :

Les follicules correspondent aux structures cellulaires qui entourent les ovocytes. La folliculogenèse est l'ensemble des phénomènes qui assurent le maintien et la croissance de ces follicules. Elle débute par la formation des follicules primordiaux et se termine au moment de l'ovulation.

I.2.1. Stades de développement des follicules ovariens :

Au cours de la maturation folliculaire, les follicules évoluent progressivement à travers les stades suivants :

Les follicules primordiaux, comme les ovocytes I, sont formés dès le développement fœtal. L'ovocyte est entouré de cellules épithéliales disposées en une couche uni stratifiée : c'est le follicule primordial. Une fois leur formation terminée, certains follicules poursuivront leur croissance immédiatement, alors que d'autres ne le feront que plus tard dans la vie de l'individu (**Monniaux, 2009**).

- Les follicules primaires : L'épithélium folliculaire évolue en passant d'une couche de cellules aplaties à une couche de cellules cubiques (**Edson et al., 2009**).

- Les follicules secondaires : Ce stade est caractérisé par le développement de couches de cellules épithéliales supplémentaires, ainsi que par l'apparition d'une couche supplémentaire en périphérie du follicule : la thèque.
- Les follicules tertiaires : des phénomènes de multiplication et de mort cellulaires aboutissent à la formation d'une cavité folliculaire appelée antrum. A partir de ce stade, le développement folliculaire est intimement dépendant des hormones gonadotropes, LH et FSH.

De manière générale, les follicules évoluent ensuite vers la dégénérescence. Dans de rares cas (on estime que cela concerne 1 ovocyte sur 2000 chez la vache), le follicule tertiaire poursuit son évolution. Il atteint alors le stade pré-ovulatoire : on parle alors du follicule mur de « De Graaf ». Chez la vache, la taille d'un follicule de « De Graaf » est comprise entre 10 et 20 mm. La palpation transrectale et surtout l'échographie des ovaires permettent de les repérer.

Au moment de l'ovulation, le follicule de « De Graaf » répond au pic de LH en libérant l'ovocyte dans le tractus génital avant d'évoluer lui-même en corps jaune ou *corpus luteum* (Edsonet *al.*, 2009 ; Norris *et al.*, 2010).

La figure 1 représente ces stades folliculaires successifs.

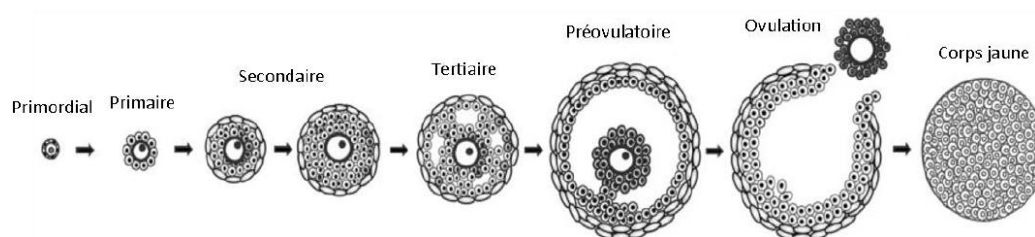


Figure 1 : Schéma des stades de développement folliculaire
(d'après Edsonet *al.*, 2009)

I.2.2. Folliculogénèse basale :

La folliculogénèse basale correspond aux premières étapes de la maturation folliculaire. Les follicules, bien que sensibles à la FSH, peuvent poursuivre leur évolution indépendamment de la production des hormones gonadotropes (Saint-Dizier *et al.*, 2014 ; Edsonet *al.*, 2009).

Ce développement folliculaire initial se poursuit jusqu'à ce que les follicules atteignent une taille définie, qui est estimée à 3-4 mm dans l'espèce bovine (Monniaux, 2009). Au-delà de cette taille, la folliculogénèse entre dans sa phase terminale.

I.2.3. Folliculogenèse terminale :

La folliculogenèse terminale regroupe les étapes de la folliculogenèse strictement dépendantes de la production des hormones gonadotropes, de la FSH d'abord, puis de la LH.

I.2.3.1. Les étapes de la folliculogenèse terminale :

Elle se déroule en trois étapes successives :

- **Le recrutement** : sous l'effet de la FSH, de dix à quinze follicules tertiaires sont recrutés et entrent dans une phase de croissance (**McGee et al., 2000**). Les follicules « recrutés » forment une cohorte de follicules tertiaires de taille très variable selon les espèces : 4 à 5 mm chez la vache et 2 à 3 mm chez la jument (**Ginther et al., 2001**). Chez les mammifères domestiques, plusieurs vagues successives de follicules peuvent être recrutées au cours d'un cycle (2 à 3 chez la vache et 1 à 2 chez la jument). Les cycles à 2 vagues durent 2 à 3 jours de moins que les cycles de 3 vagues (19-20 jours contre 22-23 jours). L'émergence d'une nouvelle vague folliculaire est initiée par un pic de sécrétion de FSH (**Adams et al., 2008**).
- **La sélection** : lorsque la taille de la majorité des follicules est d'environ 6 mm, l'inhibition de la FSH par l'oestradiol engendre une dégénérescence des follicules recrutés. Un seul follicule, dont la taille est légèrement supérieure aux autres (environ 8 mm), est alors sélectionné et acquiert des récepteurs à la LH qui lui permettent de poursuivre sa croissance malgré la faible concentration en FSH (Hopper, 2014).
- **La dominance** : le follicule sélectionné termine sa croissance grâce à la présence de LH. Cette croissance se poursuit jusqu'à environ 15-20 mm. Les follicules destinés à ovuler sont « des follicules dominants » ; leur avenir dépend alors du moment du cycle, où ils sont produits : pendant la phase folliculaire, la croissance terminale s'achève par une ovulation ; pendant la phase lutéale, les follicules dominants subissent l'atrésie (**Bonnes et Batellier., 2005**). La notion de dominance est à la fois morphologique et fonctionnelle ; morphologique car elle est exercée par le follicule ayant le plus gros diamètre et fonctionnelle car le follicule dominant est le seul qui inhibe la croissance des autres follicules et qui ovulera. En effet, la baisse de FSH ne permet plus la croissance des autres follicules non sélectionnés de la vague : ils vont évoluer vers l'atrésie (**Lopez et al., 2005**).

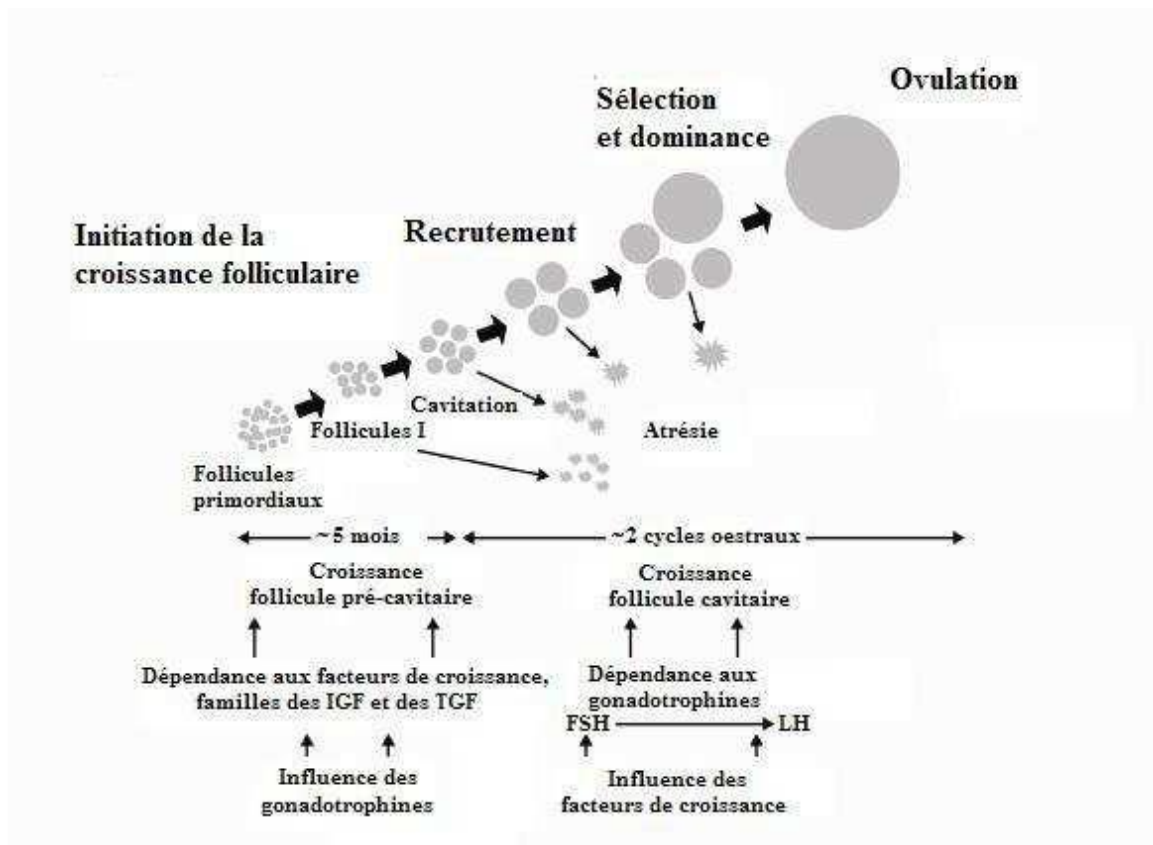


Figure 2 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (WEBB, 1999).

I.2.3.2. Notion de vagues folliculaires :

Dans l'espèce bovine, la croissance terminale des follicules s'effectue sous forme de vagues (Mihmet *al.*, 2002 ; Evans, 2003). Au sein de chaque cycle œstral se succèdent entre 2 et 4 vagues de follicules. En général, ce nombre est de 3.

Chaque vague correspond à une cohorte de follicules qui ont atteint la taille minimale et qui sont recrutés sous l'effet de la FSH (Fordeet *al.*, 2011 ; Aertset *al.*, 2010). Lors des premières vagues d'un cycle, le follicule dominant se trouve dans un climat d'imprégnation progestéronique. En effet, le corps jaune issu du cycle œstral précédent est toujours en place et il sécrète de la progestérone. Celle-ci exerce un rétro-contrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, ce qui entraîne une atrésie de ce follicule dominant, et donc le recrutement d'une nouvelle vague de follicules (Chastant-Maillard *et al.*, 2005). En l'absence de corps jaune, c'est-à-dire après la lutéolyse, la progestéronémie est basse. A l'inverse, la concentration en œstrogènes est élevée en raison de leur synthèse par les follicules. Ce climat hormonal

exerce un rétrocontrôle positif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Un pic de LH est libéré et permet l'ovulation du follicule dominant (Adams *et al.*, 2008 ; Aertset *al.*, 2010). La figure 4 résume la succession des vagues folliculaires au cours d'un cycle.

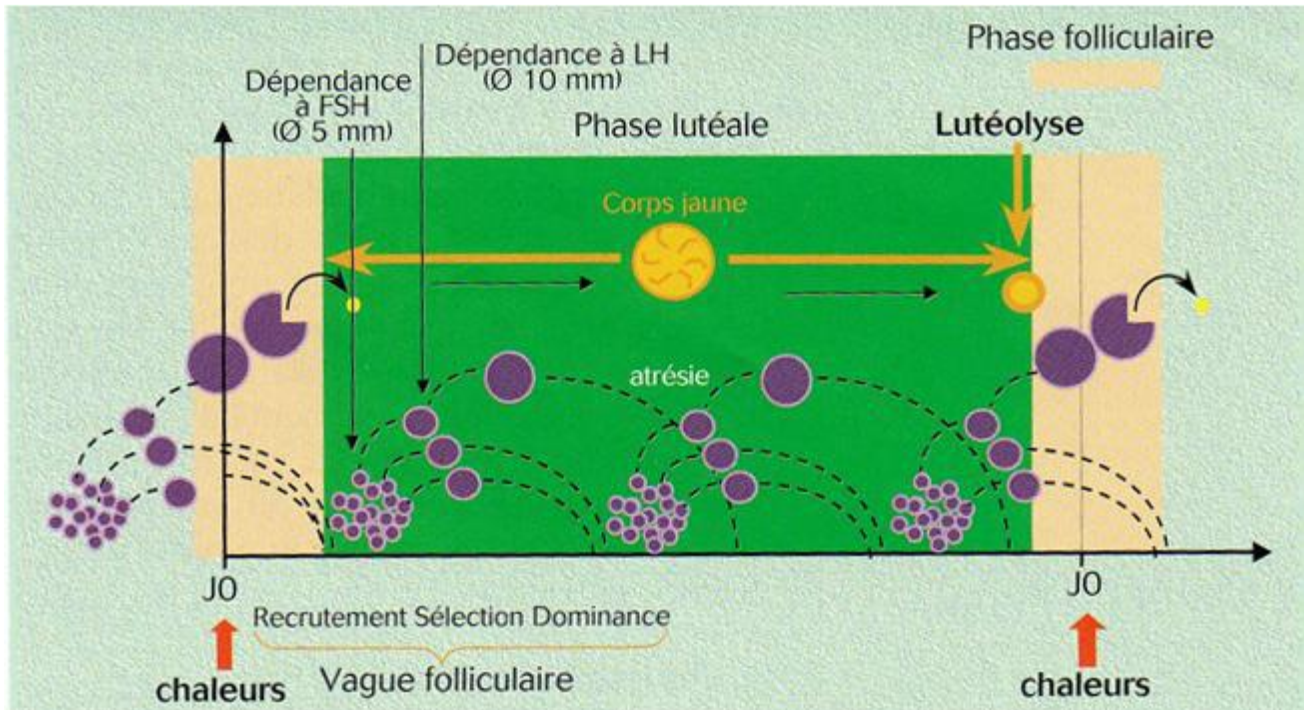


Figure 3 : Schéma des vagues folliculaires chez la vache (Chastant-Maillard *et al.*, 2005).

Dans ce schéma, 3 follicules sont sélectionnés. Cette hypothèse est actuellement contestée et il semblerait plutôt qu'un seul follicule soit sélectionné à chaque vague folliculaire.

L'ovogenèse et la folliculogénèse sont donc finalement deux processus intimement liés qui aboutissent à l'ovulation.

II. Le cycle ovarien :

II.2.1. Caractéristiques générales du cycle ovarien dans l'espèce bovine :

Chez la vache, les cycles ovariens se succèdent en continu et l'ovulation se produit à chacun des cycles. A la différence des petits ruminants de certaines régions (chèvre, brebis), la reproduction de la vache n'est pas saisonnière. On qualifie donc la vache d'espèce polyœstrienne continue à ovulation spontanée (Norris *et al.*, 2010). Le cycle œstral a généralement, chez la vache, une durée de 21 jours. Mais il peut varier entre 18 et 24 jours (Gordon, 1996). Le point de départ du cycle (JO) coïncide avec l'œstrus.

II.2.2. Les phases du cycle œstral :

Le cycle œstral se divise en quatre phases successives : proœstrus, œstrus, metoœstrus et dioœstrus, que l'on regroupe habituellement chez la vache en deux phases : une folliculaire et l'autre lutéale.

II.2.2.1. Phase folliculaire :

La phase folliculaire correspond au développement folliculaire aboutissant au follicule ovulatoire puis à l'expulsion de l'ovocyte dans le tractus génital. Elle regroupe les phases du pro-œstrus et de l'œstrus.

- **Le pro-œstrus** prend place de J19 à J21 et correspond à la préparation de l'œstrus suivant. Le corps jaune ayant été lysé, la progestéronémie est basse. A l'inverse, la production d'œstradiol par les follicules augmente (**Schattenet al., 2007**). Un nouveau follicule dominant émerge parmi les follicules recrutés et termine sa croissance jusqu'au stade du follicule mur de « De Graaf », sous l'influence des hormones gonadotropes.
- **L'œstrus** correspond à la période de chaleurs et sert de point de départ du cycle (J0). Sa durée est de 17h en moyenne chez la vache laitière (**Schattenet al., 2007 ; Ball et al., 2008**), avec une tendance à la diminution depuis quelques années (**Dobsonet al., 2008 ; Sveberget al., 2015**). Le follicule dominant s'apprête à ovuler, la concentration en œstrogènes est maximale. Cette forte imprégnation ostrogénique, couplée à l'absence de progestérone, induit au niveau central l'expression comportementale des chaleurs. L'œstrus est ainsi la seule période au cours de laquelle la vache fait preuve de réceptivité sexuelle.

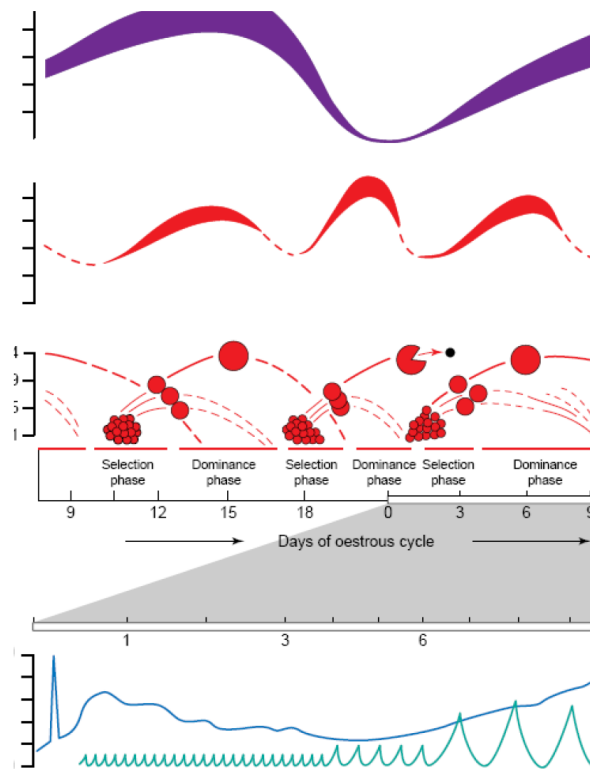


Figure 4 : Croissance folliculaire au cours d'un cycle hormonal : Représentation des vagues folliculaires et évolution des concentrations hormonales (Roche, 1996).

(a) Différentes phases du cycle œstral ; (b) variation des concentrations plasmatiques de progestérone au cours cycle œstral ; (c) variation des concentrations plasmatiques de oestradiol au cours cycle œstral ; (d) Vagues folliculaires au cours d'un cycle ; (e) variation des concentrations de FSH et de LH au cours du cycle (2.) en fonction de la taille du follicule dominant (1.) et de la dynamique ovarienne (3.).

II.2.2.2 Ovulation :

L'ovulation marque la transition entre les phases folliculaire et lutéale. Elle a lieu 24 à 30 heures après le début de l'œstrus.

En fin de phase folliculaire, le follicule de « De Graaf », sécrète une quantité croissante d'œstradiol. A l'inverse, la progestéronémie est relativement basse.

Ce climat hormonal particulier est à l'origine d'une augmentation de la fréquence des pulses de GnRH, et donc d'un pic de LH. Ce pic pré-ovulatoire de LH déclenchera l'ovulation dans un délai de 28h en moyenne chez la vache (Norris *et al.*, 2010 ; Saint-Dizier *et al.*, 2014).

II.2.2.3 Phase lutéale : La phase lutéale correspond à la période de présence d'un corps jaune, c'est-à-dire au metoestrus et au dioestrus. **Metoestrus :** Le metoestrus succède à l'œstrus et correspond à la période de J1 à J3. Le follicule de « De Graaf » a terminé sa maturation et a ovulé. A la suite de cette ovulation, du sang s'accumule dans la cavité folliculaire : on parle alors de corps jaune hémorragique. Les cellules de la thèque interne et de la granulosa du follicule, sous l'influence de la LH, évoluent alors en cellules lutéales qui sécrèteront de la progestérone. Le follicule a évolué en corps jaune (**Ball et al., 2008**). Sur le plan hormonal, la concentration sanguine en œstradiol va donc diminuer alors que la progestéronémie va, à l'inverse, augmenter.

- **Dioestrus :** Le metoestrus est suivi par le dioestrus, qui est la phase la plus longue du cycle, de J4 à J18. Le corps jaune présent sur l'un des ovaires se maintient et assure une production maximale en **progestérone (Schatten et al., 2007)**. Cette progestérone exerce un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, empêchant toute nouvelle ovulation. La lutéolyse marquera la fin du dioestrus et de la phase lutéale, autorisant la survenue d'un nouveau cycle.

II.2.2.4. Lutéolyse :

Cette étape correspond, en l'absence de gestation, à la dégénérescence du corps jaune cyclique. L'atrophie du corps jaune aboutit à la formation d'une structure appelée *corpus albicans*. C'est la lutéolyse anatomique. Sur le plan hormonal, la régression du corps jaune entraîne une chute de la progestéronémie. On parle de lutéolyse fonctionnelle.

La lutéolyse est un processus provoqué par la prostaglandine F_{2α} (PGF_{2α}). Cette PGF_{2α}, produite par l'endomètre, provoque la lyse du corps jaune (**Goff, 2004**). Au niveau des cellules épithéliales de l'endomètre se trouvent des récepteurs à l'ocytocine dont l'effet est de stimuler la sécrétion de cette PGF_{2α}. Au début de la phase lutéale, la progestérone, en concentration très élevée, inhibe l'expression de ces récepteurs endométriaux à l'ocytocine (**Mc Cracken et al., 1999**).

Cependant, cet effet inhibiteur est de plus en plus faible à mesure que le cycle œstral avance, c'est-à-dire qu'il y a une désensibilisation à l'inhibition par la progestérone (**Braun et al., 1988**). En parallèle, l'œstradiol folliculaire a lui un effet stimulateur sur l'expression des récepteurs à l'ocytocine. En conséquence, le nombre de récepteurs endométriaux à l'ocytocine augmente entre J15 et J17 et des pulses de PGF_{2α} apparaissent. Cette PGF_{2α} exerce alors un rétrocontrôle positif sur la synthèse

d'ocytocine par le corps jaune, permettant une amplification du processus jusqu'à la lyse complète du corps jaune (**Goff, 2004**).

Néanmoins, il est important de noter que le corps jaune demeure réfractaire aux prostaglandines pendant 5 à 7 jours après sa formation (**Tsai et al., 1998 ; Levy et al., 2000 ; Braun et al., 1988**).

En cas de gestation, le corps jaune qui se maintient est qualifié de corps jaune de gestation. L'embryon lui-même est à l'origine de cette reconnaissance maternelle de la gestation. En effet, dès le 16^{ème} jour de gestation, l'embryon sécrète de l'interféron^t ou (IFN τ) qui inhibe les récepteurs endométriaux à l'ocytocine, ce qui se traduit par un effet anti-lutéolytique (**Martalet et al., 1979 ; Dorniaket et al., 2013**).

a/ Le contrôle de la sécrétion de la PGF2 par l'œstradiol:

La sécrétion de la PGF2 α par l'utérus est induite par l'œstradiol ; cette hormone ovarienne, produite par les follicules en croissance stimule également l'apparition des récepteurs de l'ocytocine au niveau des cellules de l'endomètre (**Bonnes et Batellier., 2005**).

b/ Le contrôle de la sécrétion de la PGF2 α par l'ocytocine :

L'ocytocine est sécrétée au niveau de la posthypophyse, elle est également produite par le corps jaune. Dans un 1^{er} temps, l'ocytocine hypophysaire induit la sécrétion de la PGF2 par l'utérus. Chez les ruminants, ces premiers pulses de PGF2 stimulent, la sécrétion par le corps jaune de sa propre ocytocine, qui agit à son tour sur les cellules de l'endomètre pour accentuer les synthèses de la **PGF2** (**Bonnes et Batellier., 2005**).

III -La régulation hormonale de l'activité sexuelle cyclique :

La physiologie du cycle sexuel est complexe et fait intervenir le niveau central (hypothalamus et hypophyse) et l'appareil génital (ovaires et utérus). L'ovaire règle à la fois sa propre production gonadotrope et/ou hormonale et la production ou le fonctionnement du tractus génital à la fois en direct et via l'axe hypothalamo-hypophysaire.

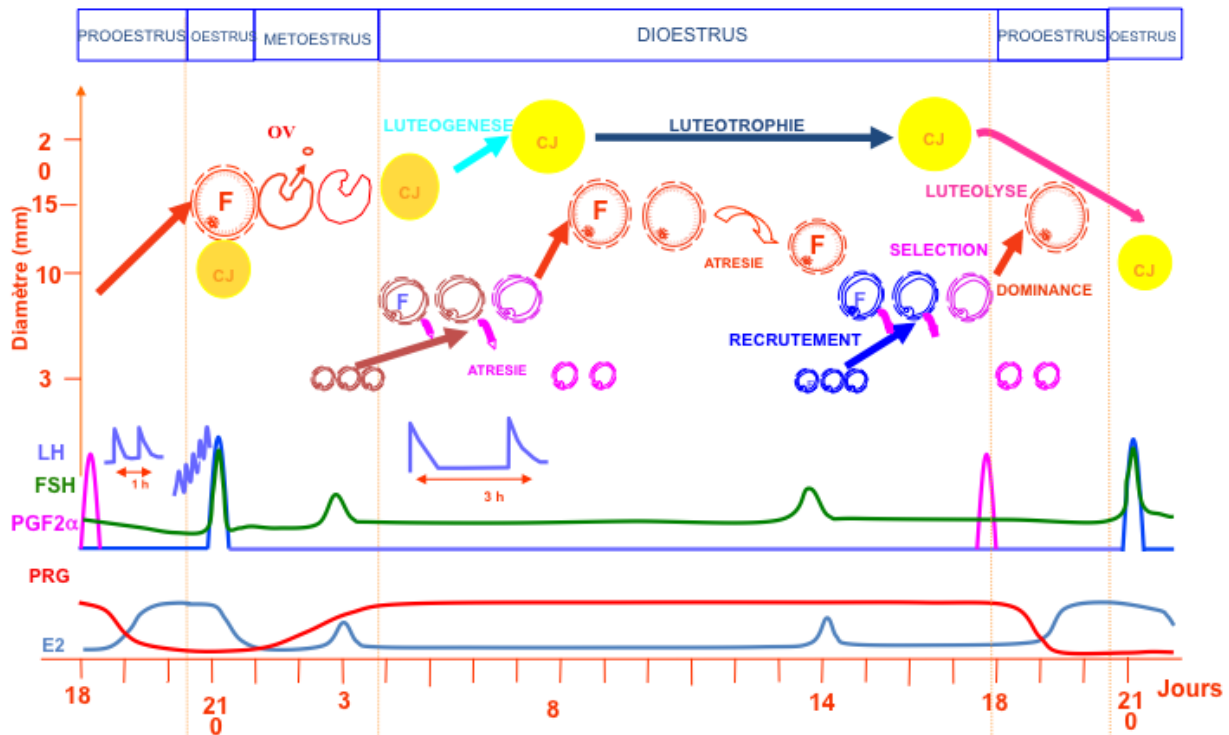


Figure 5 : Changements hormonaux et ovariens durant le cycle œstral de la vache (Gayrard, 2008).

Les hormones hypophysaires et ovariennes interagissent les unes avec les autres sous le contrôle de l'hypothalamus, assurant ainsi la régulation du cycle sexuel. L'essentiel de ces interactions est présenté par le schéma ci-dessus (Figure 5) :

En prenant comme point de départ le début de la phase lutéale, les principales étapes du cycle jusqu'à la fin de la phase folliculaire sont les suivantes :

- Juste après l'ovulation, le taux de FSH augmente et stimule l'apparition d'une nouvelle vague folliculaire. Trois vagues peuvent ainsi se développer pendant la phase lutéale.
- Sous l'action de **LH**¹, le corps jaune se forme et sécrète la progestérone ; cette dernière exerce sur le complexe hypothalamo-hypophysaire un rétrocontrôle

¹ - LH, hormone lutéinisante.

négatif, bloquant toute production de GnRH¹, (Gonadotropin Releasing Hormone) et maintenant à un niveau minimum, les sécrétions de LH et FSH².

¹ - GNRH, Gonadotropin Releasing Hormone.

²- FSH, hormone folliculo-stimulante.

Chapitre 2 : la maîtrise du cycle sexuel chez la femelle bovine.

I. Les applications de la synchronisation de l'œstrus à l'échelle du troupeau :

Les intérêts de la synchronisation de l'œstrus à l'échelle du troupeau sont variés mais on peut les regrouper en deux catégories : intérêts économiques et intérêts techniques.

1. Intérêts économiques :

a) Assurer la diffusion du progrès génétique

La diffusion du progrès génétique est rendue possible par deux techniques :

- **L'insémination artificielle :**

Elle permet de reconnaître précisément les caractéristiques des reproducteurs (production laitière, conformation, facilité de vêlage, qualités maternelles...) et donc, d'améliorer le potentiel génétique du troupeau.

Cependant, et en vue de fournir de bons résultats, elle nécessite souvent une utilisation conjointe de la synchronisation de l'œstrus afin de planifier les inséminations, en vue d'une conduite de bande ou de s'affranchir de la détection des chaleurs (la détection des chaleurs influence directement la fertilité, puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'œstrus.)

En groupant les chaleurs, ils permettent de n'impliquer la main d'œuvre disponible sur l'exploitation dans la reproduction que pendant un laps de temps réduit. De plus, en induisant l'ovulation chez les femelles non cyclées, ils limitent les effets néfastes de la sous-alimentation hivernale sur l'intervalle vêlage inséminationfécondante. Il est utile de rappeler que la détection des chaleurs en élevage allaitant est une pratique moins développée et plus difficile à mettre en œuvre que dans les troupeaux laitiers et que les traitements à base de progestagènes permettent d'inséminer sans détecter les chaleurs.

La détection des chaleurs revêt une grande importance en reproduction bovine. Elle constitue une des méthodes précoces du diagnostic de gestation. Par ailleurs, la détection des chaleurs conditionne l'obtention d'un intervalle normal entre la naissance ou le vêlage et la première insémination, et donc l'obtention d'une fécondité normale.

Ces traitements permettent de réduire la durée de l'anoestrus du post-partum et donc diminuent l'intervalle vêlage-insémination fécondante (DE FONTAUBERT., 1986).

- **Le transfert d'embryon :**

Cette technique nécessite la synchronisation parfaite des vaches donneuses et receveuses. D'ailleurs, la super ovulation et la synchronisation qui sont deux techniques faisant appel au même type d'hormone, sont souvent utilisés ensemble ou l'une après l'autre.

- b) Assurer une rentabilité optimale à l'élevage :**

Il s'agit en élevage laitier de déclarer et de grouper les vêlages dans le temps, si possible entre juillet et octobre afin d'obtenir des pics de lactations lorsque le prix du lait est élevé. Pour cette raison, les animaux à synchroniser sont ceux qui sont décalés par rapport à la saison voulue, à savoir les génisses mises à la reproduction en début de saison et les multipares « les retardataires » de la saison précédente (Gipoulou et al., 2003).

Par exemple la période de reproduction est limitée au cours de l'hiver, ce qui permet d'obtenir le groupement du tarissement de toutes les vaches en août et septembre, et le groupement de tout les vêlages en septembre, octobre et novembre, d'où une meilleure rémunération du lait.

En élevage allaitant comme en élevage laitier, il s'agit de programmer les vêlages afin de commercialiser des lots homogènes des veaux à des périodes favorables. Ils permettent de minimiser les conséquences de l'extensification des systèmes de production

- de diminuer l'intervalle vêlage-vêlage et donc de minimiser les périodes improductives des vaches.

Un autre intérêt économique de l'utilisation fréquente des traitements de synchronisation des chaleurs est la sélection progressive d'animaux ayant une meilleure production laitière.

- Induire les chaleurs en toute saison, en programmant la saison de vêlage coïncidant avec la période de la disponibilité des ressources fourragères ;

- Limiter les pertes économiques (production laitière) liées aux retards de mise à la reproduction, en accélérant la reprise de la cyclicité après le vêlage réalisant ainsi l'objectif souhaitable d'un veau par vache par an ; c'est ainsi que l'utilisation fréquente des traitements de synchronisation des chaleurs a permis la sélection progressive des animaux ayant une meilleure production laitière (**De Fontaubert et al., 1989**).

2. Intérêts techniques :

De plus en plus, les éleveurs souhaitent rationaliser leur temps de travail pour divers raisons : pratique d'une autre activité professionnelle (culture céréale ; gîte rural...), ou encore la volonté d'organiser les loisirs.

Les traitements de synchronisation constituent une aide pour ces éleveurs. En effet ils permettent en groupant les chaleurs de :

- Pratiquer une conduite d'élevage en bandes : grouper les inséminations, les vêlages, les traitements, donner une alimentation identique par lot ce qui procure à l'éleveur un gain de temps.
- S'affranchir à la détection des chaleurs en inséminant à des dates fixes, suite à une synchronisation des chaleurs. L'intérêt est double : diminuer le temps passé à observer les chaleurs et éviter les erreurs comme inséminer une vache qui n'est pas en chaleur. Ceci est particulièrement intéressant dans les élevages où la détection des chaleurs est un réel problème :
 - En stabulation entravée, les chaleurs sont difficilement objectivables.
 - Manque de volonté de temps ou de compétence de l'éleveur pour détecter correctement les chaleurs.

Cependant, ces objectifs dépendent du type d'élevage et des attentes de l'éleveur : grouper les vêlages, grouper les inséminations, grouper la détection des chaleurs... Dans tous les cas, l'objectif majeur de la maîtrise des cycles est l'amélioration des performances de reproduction.

3. Intérêts médicaux :

Dans nos conditions d'élevage semi-aride, il semble que l'anoestrus alimentaire et celui du post partum jouent un rôle très important dans la genèse les troubles de la reproduction. Il est donc indispensable d'induire, puis de

synchroniser les chaleurs, afin de réduire cette forme d'infertilité passagère. Il est donc clair que la maîtrise du cycle sexuel de nos races bovines doit constituer une priorité dans tout essai d'amélioration de la reproductivité de ces animaux(**Dérivaux et Ectors., 1989**).

II. Les différents protocoles de la maîtrise des cycles :

Les traitements de maîtrise du cycle sexuel s'appuient sur deux principes : le contrôle de la durée de vie du corps jaune et le contrôle de la croissance folliculaire (**GRIMARD B, HUMBLLOT P, 2003**). La vache se trouvant en permanence en phase de croissance folliculaire, la réponse aux traitements va dépendre du stade de la vague folliculaire auquel elle se trouve au moment de la mise en place du traitement. Les traitements de maîtrise des cycles utilisent différentes hormones seules ou associées. Ils permettent de synchroniser et parfois d'induire l'ovulation et d'inséminer sur chaleurs observées ou non (**FOURNIER R, DRIANCOURT MA, 2004**).

-Les traitements basés sur l'administration répétée de prostaglandines ne contrôlent que la fonction du corps jaune. La synchronisation de l'ovulation est insuffisante pour réaliser une unique insémination en aveugle, à un moment déterminé(**GRIMARD B, HUMBLLOT P, 2003**). De plus, ces traitements ne pourront se réaliser que sur des animaux cyclés.

-Les traitements de type GnRH – Prostaglandines - GnRH permettent d'obtenir des résultats plus intéressants, car ils combinent une action à la fois sur les follicules ovariens (par le GnRH) et sur le corps jaune (par les prostaglandines)(**XU et BURTON, 2000**). 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'oestradiol 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(**BEFFARA, 2006**).

Ces traitements sont idéaux lorsque les troupeaux à synchroniser sont constitués de femelles cyclées ou non, en proportions inconnues (**GRIMARD B et al., 1996**).

Ils sont donc particulièrement bien indiqués chez les vaches allaitantes. Chaque vague folliculaire a une durée de 7 à 10 jours pendant laquelle se succèdent le recrutement, la sélection, la dominance et l'atresie ou l'ovulation. Par conséquent, un follicule dominant capable d'ovuler n'est présent qu'à un moment précis de l'évolution de la vague folliculaire (**Ennuyer, 2000**).

Cela permet de comprendre un aspect important de la réussite de la synchronisation de l'œstrus : cette réussite dépend en partie du stade d'évolution de la vague folliculaire au moment où le traitement de synchronisation est initié. De plus, une même hormone injectée à des stades différents du cycle œstral n'aura pas forcément le même effet, ce qui rend le mode d'action des protocoles de synchronisation de l'œstrus particulièrement complexe. Par exemple, une injection de PGF2 α ¹ en début de cycle n'aura aucun effet, alors qu'elle provoquera la lutéolyse en fin de cycle.

1. Les protocoles à base de prostaglandine :

Cette méthode utilise de la prostaglandine F2 α ou ses analogues (exemple: cloprosténol, luprostiol ...). La PG F2 α est synthétisée chez les bovins par les cellules de la granulosa (**Bridges et Fortune., 2003**), par les cellules lutéales (**Weemset al., 1998, 2002**) et principalement par l'utérus (endomètre) (**Thatcher et al., 1995**). Cette molécule joue plusieurs rôles : affecte l'ovulation (**Randelet al., 1996**); la lyse du corps jaune (**Gipoulouet al., 2003**); le maintient de la gestation (**Banuet al., 2003**); la parturition (**Challis et al., 2000 ; Taverne et al., 2001**); intervient dans la physiologie de postpartum (**Velez et al., 1991 ; Randelet al., 1996**). Ces substances ont été employées pour la synchronisation de l'œstrus seule ou avec des progestagènes, des oestrogènes, et l'hormone « gonadolibérine » ou (GnRH) (**Diskinet al., 2001; Driancourt., 2001 ; Ahmadiet al., 2007**). L'action lutéolytique de la PGF2 α n'est possible qu'entre le J5 et J17 du

¹ - PGF2 α , Prostaglandine f2 ALPHA.

cycle sexuel (J0 correspondant à l'ovulation), période où le corps jaune est sensible à cette

substance (**Grimardet al., 2003**), suite à la présence des récepteurs membranaires à PGF2 α (**Sakamoto et al., 1995 ; Wiltbank et al., 1995 ; Tsai et al., 2001**).

Cette interaction provoque une inhibition d'une lipoprotéine responsable du transport du cholestérol intracellulaire, origine de la synthèse des hormones stéroïdiennes dont la progestérone (**Rodgers et al., 1995 ; Niswender et al., 2000**) et par conséquent la diminution de la progestéronémie (**O'Shea et McCoy., 1988**). Ceci provoque une augmentation de la fréquence des pulses de LH (**Ziecik et al., 2001 ; Ziecik, 2002 ; Stepien et Ziecik, 2002**), ainsi qu'une élévation significative de la sécrétion d'œstradiol par le follicule dominant, l'apparition de l'œstrus et l'ovulation (**Ennuyer, 2000**).

Au vu des connaissances sur la dynamique de la croissance folliculaire (souvent deux vagues pour les vaches et trois pour les génisses), les protocoles de synchronisation conseillés selon plusieurs auteurs (**Stevenson et al., 1999 ; Jemmeson, 2000 ; Hanzenet et al., 2003**) comprennent 2 injections à 11-14 jours d'intervalle, génisses et vaches respectivement.

La plupart des animaux expriment des chaleurs entre 48 et 96 h après l'arrêt du traitement et peuvent être inséminés à l'aveugle à 72 et 96 h (**Grimardet et al., 2003**). Tandis que **Mialot et al. (1999)** et **Driancourt (2001)**, ont montré que malgré la lutéolyse rapide (24 heures), l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable et dépend du stade de croissance du follicule au moment du traitement, ce qui rend la synchronisation de l'ovulation insuffisante pour réaliser une insémination unique à un moment déterminé, sans observation des chaleurs (**Pursley et al., 1997 ; Gipoulouet et al., 2003**).

Le traitement à base de PGF2ase révèle être le moins coûteux (surtout si de nombreuses vaches sont fécondées après la première injection), mais ne peut être utilisé que si les vaches sont cyclées (**Mailot et al., 1998 ; Hanzenet et al., 2000**).

La forme disponible actuellement en Algérie est :

- **ESTRUMATE®** Le **cloprosténol** (Schering Plough).
- **ENZAPROST®** (2.5 mg de **Dinoprost**, Ceva).
- **PROSTAVET®** (5mg d'**Etioproston**, Virbac).

Pour **Laverdière et al., (1994)**, le cloprosténol possède un plus grand potentiel de synchronisation. Le Cloprostenol (PGF α de synthèse) a une demi-vie plus longue et un pouvoir lutéolytique supérieur à celui du Dinoprost (PGF naturelle). Les P.G (synthèse et naturelle) sont après leur injection par voie IV rapidement dégradée après quelques passages du sang au niveau des poumons. Leur injection par voie IM retarde quelque peu cette dégradation.

1.1 -Protocole :

Les traitements de maîtrise de l'œstrus à l'aide des PGF 2 ont été développés il y a 50ans. Une double injection de prostaglandine à 11-14 jours d'intervalle 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 ; Hanzen et al.,2003**). En effet l'efficacité de ce protocole est fondée sur l'effet lutéolytique des prostaglandines.

La PGF 2α administrée entre j5 et j17 du cycle sexuel provoque la régression du corps jaune. La fréquence des pulses de LH augmente alors, provoquant une élévation significative de la sécrétion d'œstradiol par le follicule dominant, l'apparition de l'œstrus et l'ovulation.

Malgré la lutéolyse rapide (24heures) ; l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable, 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 les 2 à 3 jours. Si l'injection a lieu pendant la phase de recrutement, le follicule dominant se forme en 2à4 jours, et l'intervalle entre l'injection et l'œstrus est plus long et plus variable. La PGF 2α ou ses analogues n'étant efficaces qu'entre j5 et j17, seuls 60% des individus d'un lot d'animaux cyclés sont susceptibles de répondre correctement à une injection.

Aussi, les protocoles de synchronisation conseillés comprennent 2 injections à 11-14 jours, toutes les femelles étant alors en phase de dioestrus au moment de la deuxième injection, le choix de l'intervalle entre les deux injections n'est pas anodin, et doit permettre qu'au moins une des deux injections soit réalisée pendant la phase lutéale (**Hanzen et al.,2003**).

La plus part des animaux expriment des chaleurs entre 48 et 96h après l'arrêt du traitement et peuvent être inséminés à l'aveugle à 72et 96h (**Grimard et al., 2003**). 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**).

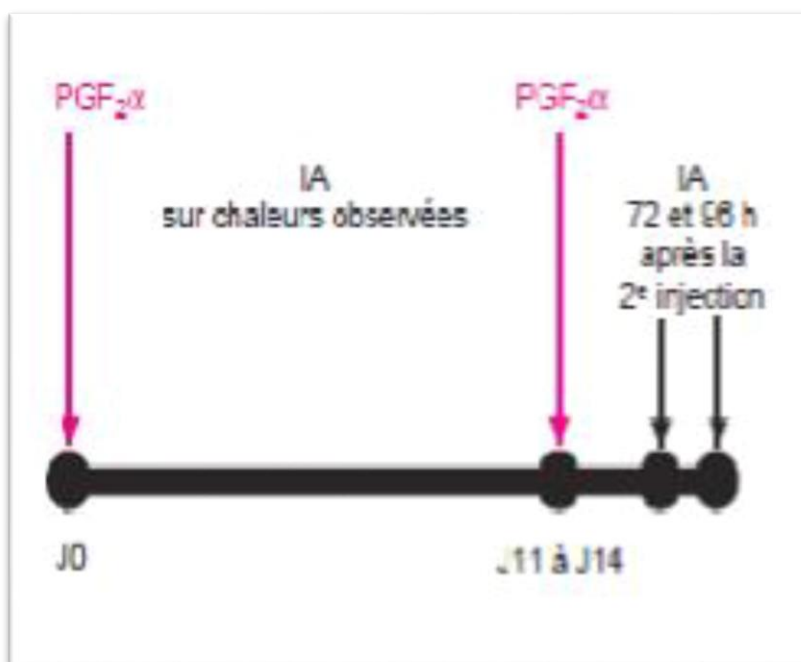


Figure 6 : Protocole de synchronisation des chaleurs à base de PGF₂α (Grimard ,2003).

Ainsi, on conseille de réaliser une insémination sur chaleurs observées après la première injection de PGF₂α. 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 72et 96 h après la deuxième injection s'il n'est de nouveau pas vu en chaleurs. Ceci permet de réduire le cout du traitement et des inséminations (**Gipoulou et al., 2003 ; Grimard et al.,2003**).

1.2 -Inconvénient :

La synchronisation aux prostaglandines n'est utilisable sauf dans le cas de troupeaux dont la cyclicité 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, les inséminations ne peuvent pas, le plus souvent, 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 PGF2 α n'est pas une méthode bien adaptée à la production laitière.

2- les protocoles à base de progestagènes :

a. présentation :

Les progestagènes sont des molécules de synthèse apparues dans les années cinquante. Il en existe de nombreuses formes aux voies d'administration diverses (orale, injectable, souscutanée, vaginale) (**HANZEN et al., 1993**).

b. Mode d'action :

La molécule libérée par les dispositifs implant CIDR® ou PRID® étant un progestagène et non de la progestérone, la concentration plasmatique en progestérone naturelle chute suite à la pose de l'implant et garde un niveau faible (**BARNES et al., 1981**).

Les progestagènes agissent comme un corps jaune artificiel. Ils inhibent le complexe hypothalamo-hypophysaire, empêchant toute décharge de FSH et de LH.

L'ovulation et les chaleurs sont ainsi bloquées. Le follicule dominant de la vague en cours ne pouvant pas ovuler est vouée à l'atrésie.

Lors du retrait du dispositif, la chute de la concentration en progestagènes est rapide. Elle entraîne une levée de l'inhibition du complexe hypothalamo-hypophysaire. Les pulses de LH s'accroissent jusqu'à l'obtention du pic ovulatoire

(MONTIEL et AHUJA, 2005). Un pic de FSH est également visible concomitant à celui de LH. Le jour du retrait de l'implant, la concentration de FSH passe de 60 à 150 ng/ml(BARNES et al., 1981).

c. Description des molécules :

c.1. Progestagènes :

➤ **PRID® DELTA** : CEVA Santé Animale(intravaginalprogestérone releasing devices;Progestérone 1.55 g) est un dispositif triangulaire bi-matière fait d'un squelette en polyamide recouvert d'un élastomère innovant en santé animale: l'EVA (Ethyle Vinyle Acétate) pour une libération rapide et constante de la progestérone. La conception et la forme unique du PRID® DELTA assurent un bon contact avec la muqueuse vaginale.PRID® DELTA a été développé dans l'objectif de garder l'efficacité de la Spirale PRID tout en améliorant la rétention, la tolérance et la praticité.

➤ **CRESTAR SO® (SO: sans œstrogènes)**:l'implant CRESTAR® et CRESTAR SO® (Intervet, Angers, 3mg de norgestomet).

Dans l'implant CRESTAR®, le progestagène est le norgestomet (17 α -acétoxy-11 α -méthyl- 19-nor-preg-4-ene-3,20-dione) que l'on administre par voie sous-cutanée sous forme d'un implant de polymécrylate d'une longueur de 18 mm et de 2 mm de diamètre contenant 3 mg de principe actif. On le met en place sur la face externe du pavillon de l'oreille à l'aide d'un trocart (voir figure).La molécule libérée étant un progestagène et non de la progestérone, la concentration plasmatique en progestérone chute suite à la pose de l'implant et garde un niveau faible(BALLERY, 2005).

➤ **CIDR®** ou dispositif vaginal : Le dispositif est constitué par un corps en silicone contenant 1,94 g de progestérone naturelle, moulé sur un support en nylon en forme de T dont les branches s'ouvrent dans le vagin, permettant ainsi de maintenir le dispositif en place. Ce dispositif est introduit dans le vagin à l'aide d'un applicateur qui permet de replier les ailes du T. Une pression sur la poignée de l'applicateur libère les branches.

c.2. Ajout de prostaglandines F2 α :

C'est l'action lutéolytique que l'on utilise 24 à 48 heures avant la fin du traitement. En effet, en présence d'un corps jaune mature, les prostaglandines entraînent sa régression et la diminution rapide (en 24 heures) du taux de progestérone.

L'ovulation du follicule dominant a lieu dans les 2 à 6 jours suivant l'injection. Les prostaglandines n'ont pas d'effet sur les corps jaunes en début de développement (avant le cinquième jour).

L'ajout de prostaglandine F2 α permet de réduire la durée de pose des progestatifs. On passe de 16-18 jours (temps nécessaire à la lutéolyse naturelle) à 7-12 jours selon les auteurs (**HUMBLOT et GRIMARD, 1996**). Les prostaglandines permettent d'augmenter le taux de synchronisation et de fertilité à l'œstrus induit (**CENTRAVET, 2007**).

Leur utilisation est indispensable chez les animaux cyclés sur lesquels on utilise les progestagènes sans œstrogènes : elles remplacent alors l'action antilutéotrope/lutéolytique de l'œstradiol 17 α . Son utilisation est également recommandée dans le protocole progestagène-œstrogènes si une grande proportion d'animaux est cyclée avant traitement et plus particulièrement si le progestatif est posé en début de phase lutéale (**PENNY et al., 1997**).

c.3. ECG :

L'ECG (equine Chorionic Gonadotropin) était autrefois appelée PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin). Cette hormone provient du sérum de jument gravide et possède à la fois une action LH (qui favorise l'ovulation) et FSH (qui soutient la croissance folliculaire et la production folliculaire d'œstrogènes) (**AUSTIN et al., 2001**).

On l'utilise à la fin du traitement de progestagènes, chez les femelles en anoestrus du postpartum, compte tenu de la faible activité de leur axe hypothalamo-hypophysaire. L'ECG en stimulant la croissance folliculaire et la sécrétion d'œstrogènes augmente les chances d'obtenir une ovulation au moment souhaité (**PICARD-HAGEN N, 2005**).

La fertilité à l'œstrus induit en est donc augmentée. Par contre l'ajout d'ECG n'est pas indispensable si les animaux sont en majorité cyclés (**PICARD-HAGEN N,2005**). Les doses doivent être adaptées à l'état physiologique des animaux (cyclés ou non) de façon à ne pas provoquer de super ovulation, responsable de gestation multiple non souhaitée chez les bovins. La posologie dépend également de la parité et de la race (**ROYAL et al., 2000**).

3. Synchronisation de l'œstrus :

1. Principe :

L'hormone clé régulant la durée du cycle œstral est la progestérone sécrétée à partir du corps jaune. Après l'ovulation, 10 à 14 heures après la fin de l'œstrus, le follicule rompu forme le corps jaune et les concentrations de progestérone augmentent progressivement au cours des jours suivants. La progestérone a un effet rétroactif négatif sur la GnRH (gonadotrophin releasing hormone) et la fréquence de décharge de LH diminue donc d'une décharge toutes les heures lors de la phase folliculaire à une décharge toutes les 2-4 heures lors de la phase lutéinique (**J.F. ROCHE -1996**).

Cette faible fréquence de décharge de LH lors de la phase lutéinique empêche l'ovulation. Par conséquent, la durée de vie du corps jaune, par sa sécrétion de progestérone, détermine la durée du cycle œstral et de ce fait la durée de l'ovulation suivante (**J.F. ROCHE -1996**).

Toutefois, une deuxième série d'événements induits par la FSH, et impliquant le développement de vagues folliculaires récurrentes, se produit pendant le cycle œstral. Deux points sont à souligner en ce qui concerne les vagues folliculaires induites par la FSH :

- il y a des vagues récurrentes de croissance folliculaire en anœstrus et pendant le cycle œstrale ;
- la durée d'une vague, depuis son émergence jusqu'à l'atrésie ou l'ovulation, est de 7 à 8 jours.

L'activité ostrogénique du follicule dominant supprime la FSH (en raison de la production d'œstradiol et de l'inhibine); le follicule dominant contrôle donc le moment d'émergence de la vague folliculaire suivante (**J.F. ROCHE -1996**).

Deux conditions fondamentales déterminent la réussite du contrôle de la durée d'ovulation chez les bovins :

- Contrôle de la durée de vie du corps jaune pour supprimer l'effet rétroactif négatif de la progestérone sur la LH.
- Présence d'un follicule dominant sain chez tous les animaux, capable d'ovuler pendant une période donnée de 24 heures après la fin du traitement.

2. Utilisation de progestérone :

2.1.a. PRID®« spirale vaginale »: (Progestérone Releasing Intra vaginal Device)

L'administration de progestérone ou de progestagènes 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 cutanée (implant), voie vaginale.

Le traitement à base de progestérone, en association avec l'œstradiol au début du traitement, non seulement régule efficacement la durée de vie du corps jaune chez la plupart des animaux, mais joue également un rôle dans la gestion des vagues folliculaires (**Dr P. DUCLOS / MATOUR ;1996**).

a.1. Description :

Anciennement : LePRID est un dispositif en acier inoxydable, en forme de spirale, recouvert d'un élastomère en silicone inerte, et avec une capsule de gélatine contenant 10 mg de benzoate d'œstradiol (figure 7). 1,55 g de progestérone est uniformément répartie dans l'élastomère qui, après introduction, libère l'hormone selon un taux prédéterminé.

La progestérone est absorbée au travers de la paroi vaginale, ce qui permet de maintenir le taux de progestérone sérique à des niveaux lutéiniques pendant la période de traitement.

a.2. Mode d'action :

La progestérone a un effet rétroactif négatif sur la GnRH (Gonadotrophine Releasing Hormone ou gonadolibérine), la fréquence de décharge de LH diminue ainsi d'une décharge toutes les heures lors de la phase folliculaire d'une décharge toutes les 2 à 4 heures lors de la phase lutéinique. Cette faible fréquence de décharge (pulses) lors de la phase lutéinique ne permet pas l'ovulation.

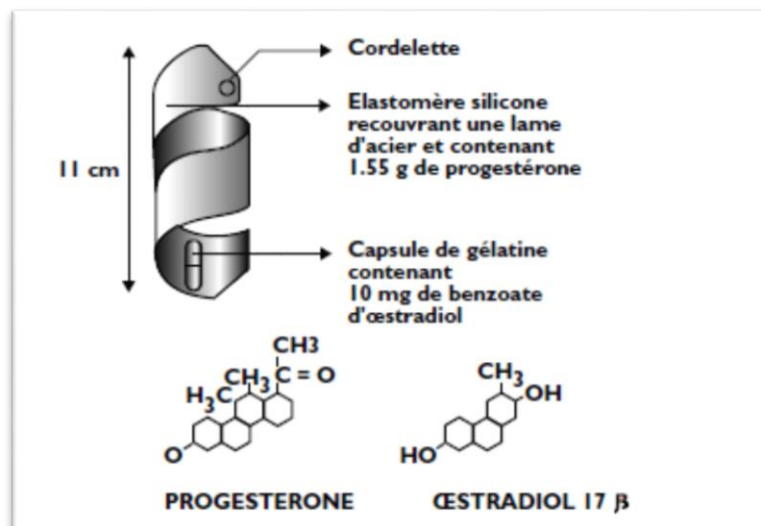


Figure 7 : la spirale vaginale PRID®

<http://www.msd-animal-health.ma>.



Nouvelle forme PRID®

2.1. b. PRID® DELTA :

Laboratoire CEVA santé animale pour un objectif d'efficacité et de confort de l'animal, a fabriqué le PRID® DELTA qui est le successeur de la spirale PRID® ; un dispositif triangulaire bi-matière révolutionnaire élaboré à partir d'un squelette en polyamide associé à un élastomère innovant, l'EVA (Ethyle, Vinyle Acetate), offrant une libération plus rapide et plus importante de la *progestérone*. Une fois appliqué, PRID® DELTA triangulaire une des branches se plie en deux et cela lui permet de s'écraser pour faciliter l'insertion notamment chez les génisses. Il procure une libération contrôlée des 1.55 g de *progestérone* naturelle en garantissant le confort et l'absence d'efforts pour plus de résultats. Les résultats sont équivalents au niveau de la fertilité (M. ENGUEHARD, CERISY LA FORET, 2011).



Figure 8 : le PRID® DELTA

<http://www.msd-animal-health.ma>.

b.1.Méthode d'administration :

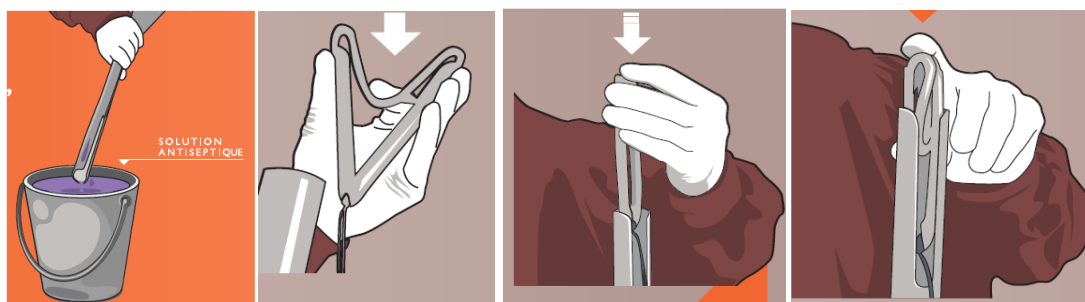
La voie intra vaginale est pratique, accessible et les dispositifs intra vaginaux sont faciles à introduire et à retirer. Un dispositif en élastomère imprégné de progestérone (PRID -Progestérone Releasing Intra vaginal Device) est introduit à l'aide d'un spéculum (<http://www.msd-animal-health.ma>).

Le dispositif se retire simplement en tirant sur le cordonnet de nylon dépassant de la vulve. Après le retrait du PRID, les concentrations de progestérone chez l'animal augmentent immédiatement en raison d'une rapide libération initiale de la progestérone.

Ces concentrations atteignent celles de la phase lutéinique pendant 3 à 5 jours ; ce phénomène est suivi d'une diminution des concentrations de la phase lutéinique pendant les 9 à 12 jours restants de la période de traitement, après la régression du propre corps jaune de l'animal.

Ce phénomène est suivi d'une diminution des concentrations de la phase lutéinique pendant les 9 à 12 jours restants de la période de traitement, après la régression du propre corps jaune de l'animal.

- Pose du PRID avec applicateur.
- Nettoyage de l'applicateur dans un seau d'eau avec désinfectant.
- Nettoyage de la vulve.
- Tendre la cordelette, la couper si trop longue.



Installation du PRID dans l'applicateur PRID® DELTA est triangulaire mais, une des branches se plie en deux



La Pose du PRID® DELTA le plus profondément que possible

Figure 9 : méthode d'administration du PRID®DELTA.

<http://www.msd-animal-health.ma>.

b.2.Durée de traitement :

Avec les méthodes actuelles, la durée maximum de traitement **ne devrait pas dépasser 12 jours**, afin de maintenir une fécondité normale chez les animaux synchronisés. Des follicules dominants persistants se forment chez ces animaux sans corps jaune, ou chez ceux présentant une lutéolyse au début du traitement.

Les concentrations sub-lutéiniques de progestérone 3 à 4 jours après introduction du dispositif intra vaginal, en l'absence de corps jaune sécrété par l'animal, entraînent une augmentation de la fréquence de décharge de LH, suffisante pour interrompre la production de vague folliculaire, mais insuffisante pour provoquer la maturation et ovulation finales ((**M. ENGUEHARD, CERISY LA FORET, 2011**)).

Le follicule dominant de plus de 8 jours déclenche une ovulation d'ovocytes incompetents ou âgés et découle sur une baisse de la fécondité en dépit de la bonne synchronisation de l'œstrus. La durée minimum de traitement est celle requise pour :

- Contrôler le corps jaune des animaux traités ;
- Synchroniser l'émergence de la vague folliculaire.

Ceci signifie une durée minimum de 7 jours.

3.3. Agent lutéolytique utilisé :

Utilisation de Prostaglandine :

Administrer une injection de PgF₂α à la fin, ou 1 à 2 jours avant la fin du traitement à base de progestérone. Il convient d'attendre 6 à 7 jours après le début du traitement à base de progestérone avant d'administrer la prostaglandine, afin qu'aucun animal n'en soit au stade réfractaire à la PGF₂α (Jours 1-5) du cycle.

3.4. Exemple de protocoles de traitement avec PRID :

PRID + Hormone P2 αENZAPROST®

Une association efficace pour synchroniser les chaleurs des vaches allaitantes en système de vêlage d'automne (MIALOT, 1996) :

Dans les régions pratiquant les vêlages d'automne, lorsque l'on met les animaux à la reproduction, ils sont généralement cyclés. Or, l'emploi des progestagènes pour synchroniser les chaleurs était progressivement abandonné par les éleveurs peu satisfaits des résultats.

Des essais récents avaient montré que les taux de gestation sur chaleurs induites par le PRID étaient pourtant satisfaisants, lorsque l'on intervenait sur des

vaches en bon état corporel et à plus de 60 jours du vêlage. Néanmoins, dans ces mêmes essais, les résultats à conditions égales d'intervention dans une même

Enquête, étaient meilleurs en système de vêlage d'hiver sur des animaux dont un faible pourcentage était cyclé avant traitement.

L'hypothèse qu'un nombre non négligeable de vaches présentant encore un corps jaune fonctionnel au moment du retrait du PRID avait été faite et l'application du même protocole que celui utilisé chez les vaches laitières était proposé.

PRID 12 jours + ENZAPROST 48 h avant le retrait + PMSG 500 UI au retrait

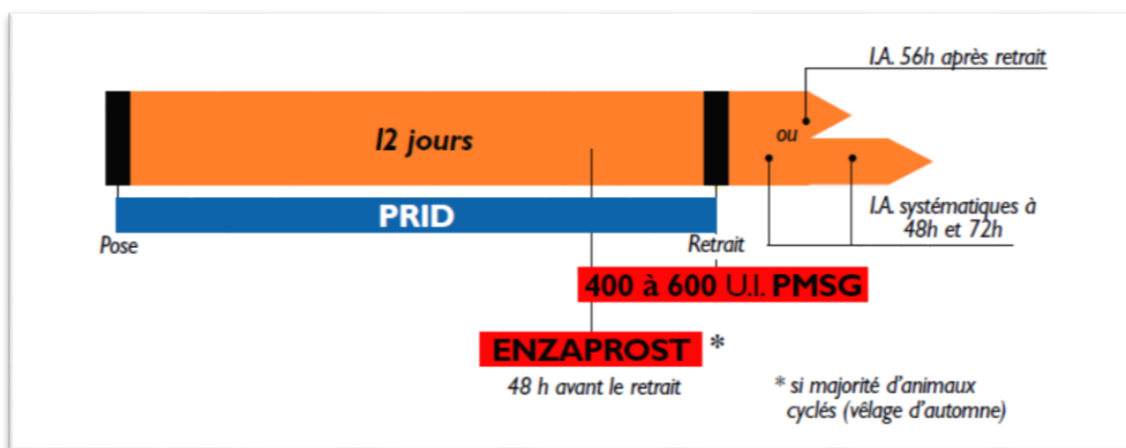


Figure 10 : exemple de protocole de traitement

PRID d'une durée de 12 jours.

<http://www.msds-animal-health.ma>

3.5. Inconvénient :

1-Durant sa présence dans le vagin, la spirale est considérée par l'animal comme un corps étranger. Il entraîne une légère irritation qui se traduit par une desquamation et une sécrétion muqueuse bénigne. Ces sécrétions plus ou moins importantes peuvent être observées au retrait de la spirale, elles sont liées à grande surface de contact entre dispositif et la muqueuse vaginale.

Mais l'avantage de ce dispositif est que le mucus présent lors de la vaginite a tendance à être retiré en même temps que le dispositif, ce qui limite les conséquences de la vaginite (**Broadbent et al., 1993**).

Différents auteurs ont testé l'influence de ces sécrétions sur la fertilité et recherché la présence éventuelle de bactéries. Les germes que l'on peut trouver au retrait de la spirale sont typiques de ceux que l'on trouve normalement sur la peau ou dans les fèces des bovins ; ils ont pu être introduits dans le vagin à l'insertion du dispositif et se développer dans les sécrétions vaginales, d'où l'intérêt de respecter de bonnes conditions d'hygiène de pose. Néanmoins, ces sécrétions disparaissent rapidement et à l'insémination, 2 jours après retrait, aucun phénomène suppuratif, inflammatoire ou autre n'est observé dans le tractus génital.

Ceci a été vérifié par **Bulman et al. (1978)** : certaines génisses ont présenté au retrait de la spirale des sécrétions malodorantes, mais la glaire cervicale émise 48 heures plus tard lors de l'œstrus avait un aspect normal : l'autoépuration est donc rapide.

4. Implant CRESTAR® :

Dans l'implant CRESTAR®, le progestagène est le norgestomét (17α -acétoxy- 11α -méthyl- 19-nor-preg-4-ene-3,20-dione) que l'on administre par voie sous-cutanée sous forme d'un implant de polymécrylate d'une longueur de 18 mm et de 2 mm de diamètre contenant 3 mg de principe actif. On le met en place sur la face externe du pavillon de l'oreille, à l'aide d'un trocart (voir figure).

La molécule libérée étant un progestagène et non de la progestérone. La concentration plasmatique en progestérone chute suite à la pose de l'implant et garde un niveau faible (**AUSTIN et MIHN, 2005**).

4.1. Ancien protocole : progestagènes avec oestrogènes

Il s'agit du protocole CRESTAR®, dont l'utilisation était tolérée jusqu'en octobre 2006, mais qui n'a plus été commercialisé en 2006.



Figure 11 : Implant CRESTAR® et trocart

<http://www.msd-animal-health.ma>

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.

Dans l'ancien traitement CRESTAR®, le valérate d'œstradiol utilisé avait une action antilutéotrope, lutéolytique et provoquait l'atrésie des follicules dominants. Il serait possible d'atteindre ces objectifs en absence d'œstradiol par utilisation de GnRH (ou d'un analogue) et de la PGF2 α . Une bonne chronologie d'utilisation des différentes hormones doit être respectée.

a. Protocole :

Il associe un implant sous-cutané de 3 mg de norgestomet à une injection intramusculaire de 5mg de valérate d'œstradiol et une surcharge intramusculaire de 3 mg de norgestomet au moment de la pose de l'implant. On laisse l'implant en place pendant 9 à 10 jours. Le jour du retrait, il est nécessaire d'ajouter 400 à 600 UI d'ECG, si le traitement est administré à des femelles non cyclées.

L'insémination se fait à l'aveugle, 56 heures après le retrait de l'implant (ou à 48 et 72 heures après traitement) chez la vache, et 48 heures après retrait chez la génisse.

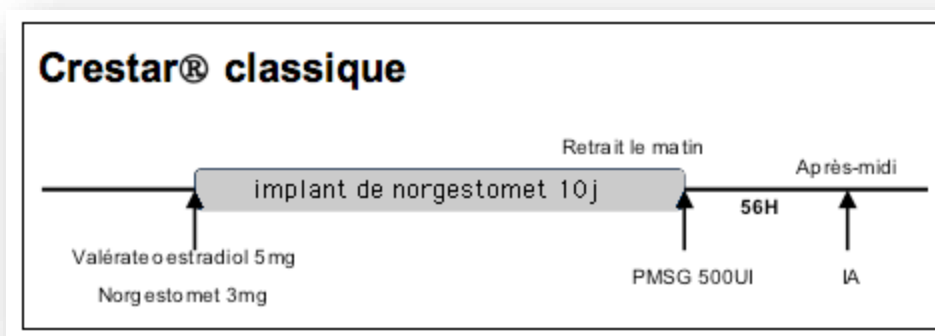


Figure n°12 : Protocole CRESTAR®:

Valérate d'œstradiol, implant de norgestomet et ECG.
(KASTELIC JP, MAPLETOFT RJ. J., 1999, 40, 173-178).

b. Mode d'action :

L'administration d'œstrogènes en début de traitement a permis de réduire sa durée. Les œstrogènes ont un effet lutéolytique et antilutéotrope (XU et BURTON, 2000). L'action combinée de l'œstradiol et de la progestérone inhibe la sécrétion de LH, ce qui induit l'atrésie du follicule dominant (BEFFARA, 2006 ; DARWASH et LAMMING, 1997). Le rôle de l'œstradiol est de diminuer transitoirement la sécrétion de FSH, induisant ainsi l'atrésie des follicules FSH-dépendant et le démarrage d'une nouvelle vague à un moment similaire entre les différents animaux (3 à 6 jours). Cela permet d'éviter la persistance trop longue du follicule dominant, qui peut être rencontrée lorsque les progestagènes sont utilisés seuls ou en association avec des prostaglandines, conduisant à l'ovulation d'un ovocyte subfertile (figure 11) (DARWASH et LAMMING, 2002).

L'administration d'œstrogènes en début de traitement progestagène, afin d'entraîner l'atrésie du follicule dominant et d'initier une nouvelle vague de croissance folliculaire, a été largement mise à profit dans les traitements de maîtrise des cycles.

Les avantages zootechniques de ce traitement se traduisent par une meilleure synchronisation des chaleurs, et une augmentation de la fertilité à l'oestrus induit. L'interdiction d'utilisation zootechnique des œstrogènes constitue une réelle difficulté pour la maîtrise des cycles (DARWASH et LAMMING, 2002).

4.2. Nouveau protocole : Progestagène sans œstrogènes (AUSTIN et al., 2002).

Ce nouveau protocole CRESTAR SO® est composé de l'implant sous-cutané classique CRESTAR®, d'une injection de buséréline à la pose de l'implant, d'une injection de prostaglandines 48 heures avant le retrait de l'implant et une autre d'ECG (equine Chorionic Gonadotropin) le jour du retrait.

2.1. Durée d'utilisation :

Dans un premier temps, on utilisait les implants sur de longues durées : 18 à 21 jours. Le pourcentage de chaleurs induites était très important et les oestrus très bien synchronisés (CHUPIN et DELETANG, 1974). Cependant, le taux de fertilité était faible avec ce type de protocole car lors du retrait, le follicule dominant qui

ovulait était présent depuis longtemps et l'ovocyte était trop âgé (BOGA et ADAMS, 1995).

La durée de la pose de l'implant a été réduite (7 à 12 jours) grâce à l'ajout d'autres hormones. Cette diminution a permis une optimisation du taux de fertilité, mais le taux de chaleurs induites a baissé (SPITZER, 1978).

a. Protocole :

Le nouveau protocole CRESTAR SO® propose d'associer une injection de buséréline, GnRHde synthèse (2,5 ml de RÉCEPTAL® soit 0,001 mg de buséréline par voie IM) au moment de la mise en place de l'implant sous-cutané de 3 mg de norgestomet. Une injection IM de 2 ml d'un analogue de prostaglandine F2 α (15 mg de luprostiol, PROSOLVIN®) est réalisée 48 heures avant le retrait de l'implant. S'il s'agit de femelles non cyclées, 500 UI d'ECG (gonadotropine sérique, CHRONO GEST® PMSG) sont injectées par voie IM, le jour du retrait. L'insémination a lieu 48 heures après le retrait.



Figure n° 13 : Nouveau protocole CRESTAR SO®: association de buséréline (RECEPTAL®), implant norgestomet, prostaglandine F2 α (PROSOLVIN®) et l'ECG(KASTELIC JP, MAPLETOFT RJ. J., 1999, 40, 173-178).

b. Mode d'action :

Les effets lutéolytiques du valérate d'œstradiol sont remplacés par une injection de PGF2 α à la fin du traitement (luprostiol, PROSOLVIN®). La phase lutéale est alors contrôlée par cette prostaglandine. Sur les femelles cyclées, un corps jaune fonctionnel pourrait être présent au moment du retrait de l'implant et donc empêcher l'ovulation.

De plus, la buséreline peut entraîner, chez les femelles cyclées comme chez les non cyclées, la formation d'un corps jaune secondaire. En effet, la buséreline injectée en début de traitement fait ovuler les follicules sensibles à la LH (c'est-à-dire d'un diamètre supérieur à 10 mm) et une nouvelle vague émerge dans les 3 à 4 jours (MIHM et al., 1994) : les vagues folliculaires sont de ce fait synchronisées. C'est le follicule dominant de cette nouvelle vague qui ovule après le retrait du dispositif progestagène.

Le nouveau CRESTAR SO® propose, comme l'ancien traitement, une double gestion du cycle, en contrôlant aussi bien la croissance folliculaire que la phase lutéale (WILLIAMS, 1990).

c. Inconvénients :

Ce protocole nécessite plusieurs manipulations des animaux. Il est indispensable de reprendre les animaux pour l'injection de la prostaglandine, inconvénient majeur en élevage allaitant.

Le coût du nouveau protocole est bien plus élevé en raison de la double injection « GnRH et prostaglandines » (BEAL, 1996). Le prix d'achat par une centrale de l'ancien implant et ses injectables était de 6,2 euros contre 12,6 euros pour l'implant CRESTAR®, les doses de PROSOLVIN® et de RECEPTAL® (AGUER et PELOT, 1982), soit une augmentation de 100%. Ceci pourrait, dans un avenir proche être modifié, et la firme « Intervet » souhaitant proposer un pack comprenant l'implant et les injections nécessaires de prostaglandines et de buséreline : le prix pourrait en être modifié et être plus attractif.

III. Efficacité des traitements à base de progestagènes :

L'utilisation des œstrogènes a été remise en cause (Berg, 2001) ; sa suppression risquait de diminuer l'efficacité des traitements à base de progestagènes.

La suppression de l'injection d'œstrogènes en début de traitement entraîne en effet une diminution de la fertilité à l'œstrus induit (Ryan et al., 1995)

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 les follicule de grande taille (**Kojima et al., 1992, Kinder et al., 1996**).

Il en résulte l'émergence de follicules persistants contenant des ovocytes âgés. L'injection d'œstradiol en début de traitement permettait de limiter le risque de follicule persistant, en faisant dégénérer les follicules présents (**Kinder et al., 1990, Yelich et al., 1997**).

Cependant, l'efficacité des traitements alternatifs existant 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 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 inconnue (**Grimard et al., 2003**) Ils sont donc particulièrement bien indiqués dans les élevages laitiers en Algérie.

IV. Facteurs de variation de la fertilité à l'œstrus induit par les progestagènes :

Les traitements de synchronisation des chaleurs sont très utilisés sur les femelles allaitantes, un peu moins sur les femelles laitières. Le taux de fertilité à l'œstrus induit varie beaucoup entre les élevages, mais également au sein d'un même élevage, d'un lot à l'autre ou d'une année sur l'autre (**GRIMARD et al.,**

2003). Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette variabilité.

Les protocoles de synchronisation eux-mêmes sont mis en cause : dose des produits, durée de pose des implants, utilisation éventuelle de prostaglandines... Nous ne parlerons pas ici de ces facteurs liés aux traitements. Seuls ceux liés à l'animal ou à l'environnement seront traités.

1. Facteurs liés à l'animal :

1.1 Cyclicité avant le traitement :

Les traitements à base de progestagènes sont les traitements de choix pour induire ou synchroniser les chaleurs chez les vaches en anœstrus. Cependant, les vaches cyclées ont un taux de gestation plus élevé que celles en anoestrus avant traitement (**SMITH et STEVENSON, 1995**).

En pratique, il est indispensable de préciser le statut physiologique des animaux à traiter et de choisir en conséquence le protocole le mieux adapté, grâce par exemple, à un examen gynécologique (**GRIMARD et al., 2003**).

1.2. Stade du cycle en début de traitement :

La fertilité varie en fonction du stade du cycle auquel le traitement progestatif est mis en place. L'initiation d'un tel traitement en fin de phase lutéale, après **J11**(**BRINK et KIRACOFÉ, 1988**) ou **J14**(**BEAL et al., 1988**) entraîne une imprégnation progestéronémique trop longue, à l'origine d'une diminution de la fertilité. En effet, chez les vaches cyclées, le progestagène prend le relais du corps jaune naturel, mais n'inhibe pas totalement la sécrétion de LH. Le follicule dominant devient alors persistant, ce qui nuit à la fertilité de l'ovocyte expulsé au moment de l'ovulation (**GRIMARD et al., 2003**).

L'initiation du traitement en phase folliculaire, s'accompagne d'une injection de PGF2 α plutôt en début de phase lutéale. Or, dans ce cas, la fertilité est dégradée (**BEAL, 1996**). Ceci pourrait être associé aux plus faibles concentrations de progestérone en début de phase lutéale. Les concentrations élevées d'œstrogènes observées alors pourraient interférer avec la cascade des événements qui conduisent à l'établissement de la gestation (qualité de l'ovocyte, transport des gamètes, préparation de l'utérus), et réduire ainsi le taux de gestation (**PICARD-HAGEN et al., 2005**).

Le stade du cycle reste toutefois difficilement maîtrisable en pratique dans les élevages.

Lorsqu'on synchronise à l'aveugle un groupe d'animaux, c'est-à-dire sans connaître le stade du cycle œstral des femelles (repérable par la détection des chaleurs, un suivi échographique ou par des dosages réguliers de progestérone, éléments non réalisables en routine pour des raisons économiques et pratiques),

certains animaux ne seront pas au moment optimal en début de traitement. Ceci explique que, quel que soit le type de traitement, les résultats de fertilité plafonnent (**GRIMARD et al., 2003**).

1.3. Parité :

Les génisses ont une fertilité à l'œstrus induit supérieure à celle des vaches (**AGUER, 1981**). Ceci s'explique surtout par le fait que presque la totalité des génisses sont cyclées au moment de la mise en place du traitement de synchronisation (**PICARD-HAGEN et al., 2005**).

Les primipares ont en général une fertilité à l'œstrus induit inférieure à celle des multipares (**FOURNIER et al., 2004**). Leur taux de cyclicité avant traitement est souvent inférieur à cause de conditions défavorables en période du postpartum (effet cumulatif des besoins d'entretien, de croissance, de production et de reproduction, par rapport à une ingestion limitée), responsables d'un déficit énergétique important qui engendre un anoestrus postpartum plus long.

Cette relation entre le rang de vêlage et la fertilité à l'œstrus induit n'est toutefois pas toujours observée, et dépend largement des conditions d'élevage, en particulier de la maîtrise de l'alimentation (**PICARD-HAGEN et al., 2005**).

1.4. Race :

Chez les vaches allaitantes, les traitements de synchronisation semblent être plus efficaces en race rustique qu'en race spécialisée. En ce qui concerne les vaches laitières, des auteurs signalent une meilleure fertilité chez les Normandes que chez les Prim'Holstein (**BRIAND, 1988**). **BARBAT et al. (2005)** ont publié des taux de réussite moyen en 1^{ère}IA, avec ou sans traitement de synchronisation, pour les trois principales races laitières : les Montbéliardes ont de meilleurs taux de réussite que les Normandes qui elles mêmes ont de meilleurs taux que les Prim'Holstein.

Toutefois, il est difficile de comparer les races entre elles, car il est impossible de dissocier les facteurs raciaux de ceux liés à l'environnement ou à la conduite d'élevage (**GRIMARD et al., 1995**).

Ainsi pour les races laitières, il existe certainement une interaction avec d'autres facteurs tels que l'alimentation ou la production laitière.

1.5. Conditions du vêlage précédent :

Les effets des conditions de vêlage précédent ont surtout été étudiés chez les vaches allaitantes (**GRIMARD B, HUMBLLOT P, 2003**). Certains auteurs excluent les vaches ayant eu de gros problèmes (extraction forcée, césarienne) de leurs études (**LUCY et al., 2001**).

L'impact de ces conditions difficiles n'est donc pas toujours objectivable. Lorsque ces effets sont mis en évidence, une assistance au vêlage, même légère, est associée à une diminution du taux de gestation par rapport à un vêlage sans aide. Mais, ce sont surtout l'extraction forcée et la césarienne qui affectent le plus la fertilité (écarts de 15 à 30 points avec un vêlage sans aide) (**HUMBLLOT et al., 1996**).

Les mécanismes reliant la difficulté de vêlage et la fertilité sont actuellement inconnus, mais des hypothèses sont avancées. Cela peut s'expliquer par le fait que les vaches ayant eu un vêlage difficile ont un taux d'ovulation beaucoup plus faible que celles ayant vêlé seules, sans aide (**RIBON, 1996**). On peut aussi penser que les vêlages difficiles entraînent une mauvaise involution utérine, et des troubles infectieux qui sont associés à une mauvaise fertilité à l'IA.

Dans la pratique, la connaissance des conditions de vêlage des animaux permettra d'identifier les animaux à risque.

1.6. Production laitière :

L'influence de la production laitière sur la fertilité a souvent été étudiée. Certains auteurs n'ont pas observé d'effet de cette production (**VIGNIER, 1991**).

Pour les autres, les vaches hautes productrices ont une fertilité inférieure aux plus faibles productrices (**MIALOT et al., 1998**).

2. Facteurs liés à la conduite de l'élevage :

2.1. Intervalle vêlage-traitement :

Le respect d'un intervalle minimum entre le vêlage et la mise à la reproduction est l'une des conditions de réussite des traitements de synchronisation des chaleurs. Il est conseillé de ne pas mettre à la reproduction les vaches laitières avant 45 à 50 jours, pour des raisons d'involution utérine et de reprise de cyclicité. Pour les vaches allaitantes, il est conseillé d'attendre plus longtemps, car

l'anoestrus post-partum est plus long en raison principalement de la présence du veau. Il faut attendre au moins 60 jours après le vêlage pour les multipares et 70 jours pour les primipares (**GRIMARD et al., 1996**).

De nombreuses études ont montré qu'un allongement du délai entre le vêlage et le début du traitement conduit à une meilleure fertilité. Ceci est d'autant plus vrai que les vaches sont plus sensibles au déficit énergétique en période de post-partum (primipares, hautes productrices) (**PICARD-HAGEN et al., 2005**).

Cet effet de l'intervalle vêlage-traitement va pouvoir être utilisé en pratique. Si après l'examen des animaux on constate qu'un grand nombre d'entre eux présente des facteurs de risque d'infertilité, on pourra retarder la mise en place des traitements. Cette mesure, qui permet également d'augmenter le pourcentage de vaches cyclées avant traitement, aura un effet bénéfique sur la fertilité.

2.2. L'alimentation :

L'alimentation est un facteur essentiel de la réussite des traitements d'induction et de synchronisation des chaleurs, non seulement au moment de la mise à la reproduction, mais également tout au long du cycle de reproduction.

On peut évaluer l'alimentation par le niveau alimentaire, c'est-à-dire la quantité d'énergie apportée par la ration, ainsi que par sa qualité.

a. Le niveau alimentaire :

Le niveau alimentaire a une conséquence directe sur la croissance folliculaire. Un déficit énergétique trop important compromet le développement du follicule dominant et son ovulation. **GRIMARD et al. (1994)** ont évalué l'effet d'un déficit énergétique sur le nombre et la taille des follicules de vaches Charolaises.

Cette expérience a été menée sur 19 vaches synchronisées par un implant de norgestomet, qui ont reçu une ration correspondant soit à 100% soit à 70% de leurs besoins, entre le vêlage et 80 jours postpartum. Les vaches sous-nourries ont plus de petits et moyens follicules (< 10 mm) par rapport à celles nourries en adéquation avec leurs besoins. Cette diminution de la taille du follicule dominant a une répercussion directe sur la fertilité : l'ovocyte libéré sera moins fertile (**GRIMARD et al., 1994**).

- La note d'état corporel :

La note d'état permet de juger de l'importance du tissu adipeux sous-cutané, lui-même très bon indicateur de l'adiposité totale de l'animal. Cette estimation des réserves a l'avantage d'être peu coûteuse et rapide, mais elle est subjective. Par la note d'état, on cherche à apprécier l'importance des dépôts adipeux sous-cutanés présents à différents endroits de l'animal. La notation va de 0 (animal maigre) à 5 (animal gras) (**ITEB, 1991**).

La note d'état corporel est associée à la fertilité des vaches. Les animaux dont la note est basse ont généralement un taux de gestation inférieur à ceux dont la note est plus élevée (**TWAGIRAMUNGU et al., 1995**). Pour **BURKE et al. (1996)**, il existe une corrélation positive entre la note d'état corporel et le taux de gestation : une augmentation de la note de 1 point est accompagnée d'une augmentation de 13% du taux de gestation (**RYAN et SNIJDERS, 1995**). C'est pourquoi il est recommandé de ne pas mettre à la reproduction des vaches dont la note est inférieure à 2,5 pour les multipares et à 3 pour les primipares (**GRIMARD B, HUMBLLOT P, 2003**).

La note d'état corporel est un bon indicateur du niveau alimentaire. Sa variation entre levêlage et le début du traitement apporte une meilleure indication sur le déficit énergétique qu'a subi l'animal.

Une perte de plus de 0,5 point entre le vêlage et le traitement s'accompagne d'une diminution du taux de gestation de 6 points (**GRIMARD et al., 1992**).

En fait, le statut énergétique au moment de la mise à la reproduction est plus important que la note d'état elle-même.

Si la balance énergétique devient positive, la fertilité est augmentée, même si la note d'état corporel est médiocre (**PICARD-HAGEN et al., 2005**).

b. Le Flushing :

Le Flushing consiste en l'apport de 2 UF (unité fourragère) supplémentaires par jour (par des céréales ou un fourrage de bonne qualité), afin de faire une suralimentation énergétique temporaire.

Cet apport débute 10 jours avant la mise en place des traitements de synchronisation et se poursuit durant les 2 à 3 semaines qui suivent l'insémination.

Le flushing a un effet positif sur la croissance folliculaire et améliore la fertilité à l'oestrus induit (peut-être en diminuant la mortalité embryonnaire) (**GRIMARD B, HUMBLOT P,2003**).

Cet effet bénéfique aurait lieu uniquement sur les vaches maigres, lors de la mise en place du traitement (note d'état < 2). Il semblerait même réduire la fertilité sur les animaux en bon état (note ≥ 2) (**KABANDANA et al., 1993**).

MATERIELS ET METHODES

I. Matériel et méthodes :

1. Problématique :

Le principal facteur affectant la rentabilité de tout élevage est la reproduction. Outre la nutrition, l'outil le plus puissant à la disposition des producteurs, et qui a un impact significatif sur la performance reproductive est la synchronisation des œstrus. Bien que traditionnellement l'outil de sauvegarde pour les producteurs qui veulent exploiter la génétique supérieure des animaux est l'insémination artificielle. De nombreux producteurs se sont rendu compte que les rendements économiques de la synchronisation de l'œstrus sont le résultat le plus opportun et le plus efficace.

L'objectif principal de cette étude a été de comparer deux durées de traitement de synchronisation des chaleurs à base de progestagènes (PRID[®] et CRESTAR[®]) en association à la prostaglandine F2 α chez la vache laitière. Dans un but d'étudier l'efficacité du traitement de synchronisation long (14 jours) et court (11 jours), nous allons devoir comparer la fertilité à l'œstrus induit pour ces deux durées de traitement, de même que le taux de synchronisation et le constat de gestation.

Après examen échographique des vaches, et celles considérées comme cycliques, ces dernières subissent un traitement hormonal à l'aide d'un analogue de PGF2 α .

- L'effectif concerné va être divisé en six lots expérimentaux, et chacun va être traité par un traitement de maîtrise des cycles à base de progestagènes, il s'agit soit du PRID[®] DELTA ou encore l'implant sous cutané (CRESTAR[®]).
- Nous allons comparer l'efficacité et la qualité de la synchronisation des chaleurs en plus de la fertilité à l'œstrus induit et obtenue pour les deux durées de traitement « long et court » ; nous devons aussi déterminer les facteurs de variation de la fertilité de l'œstrus induit.

Avant tout traitement, la cyclicité sera évaluée à l'aide d'un échographe pour affirmer ou infirmer si cette femelle est cyclée. Si une vache se trouve en début

ducycle, nous faisons recours à l'utilisation de la PFF2 α , ce qui constituera le 3^{ème} lot expérimental qui est lui-même divisé en deux sous-groupes (PG*1 ; une seule injection de prostaglandine F2 α , PG*2 ; la double injection à un intervalle de 11 à 14 jours).

2. Description générale des élevages et de la population :

1. Les élevages :

Le protocole a été initié depuis le 22 février 2016 et jusqu'au 23 décembre 2016, dans différents élevages de la région de Tiaret. Notre étude a porté sur 44 femelles de race « Prim Holshtein, Monte Béliarde et la Brune des Alpes », et appartenant spécialement aux deux fermes pilotes de la wilaya (Ferme « Boukhtache Bouziane » située aux abords de la ville de Rahouia (N=17), et à la Ferme « Haydar », située sur la route de « Ain Guesma » ;(N=12). Certaines vaches de notre étude appartenaient à deux élevages laitiers privés de la région de « Dahmouni » (N=8) et de « Guertoufa » (N=7).

Ces deux fermes ont été sélectionnées en raison du sérieux, de la bonne coopération et de la vigilance de leurs vachers, ainsi que l'effectif considérable des vaches laitières dans ces deux fermes.

2. Description de la population :

Les vaches traitées étaient présentées en saillie naturelle après réalisation du protocole de synchronisation.

Les femelles sujettes à des affections du postpartum (endométrites avec proportion importante de pus dans les glaires cervicales, kystes persistant au-delà de 45 jours postpartum) ont été écartées de l'étude.

Dans chaque exploitation étudiée, les vaches ont été sélectionnées par le vétérinaire, après examen clinique de routine, en vue de savoir si celles-ci pouvaient être retenues ou non dans notre expérimentation. L'expérience a concerné six lots de vaches laitières sélectionnées selon les critères d'inclusion et de non inclusion décrits ci-dessus.

Une fois la vache est considérée comme étant apte à la synchronisation et la saillie, un examen de l'état corporel a été mis au point pour évaluer la note de l'état

corporel (NEC)¹. Cette évaluation a été notée selon la grille de notation établie par l'Institut Technique de l'Elevage Bovin (**Edmonson, 1989**).

Elle est basée sur l'examen visuel et sur la palpation de la région caudale et la région lombaire des vaches. Chaque critère anatomique se voit attribué par un observateur une note de 0 pour vache cachectique à 5 pour chaque vache très grasse.

3. Données recueillies avant la mise en lots :

a. Données individuelles :

Pour chaque animal, les données suivantes ont été recueillies :

- Identification : élevage d'origine, vétérinaire traitant, numéro d'identification de l'animal, lot d'essai ;
- Note de l'état corporel (**Edmonson et al., 1989**) ;
- Nombre de jours postpartum ;
- Taille et nature des structures ovariennes visibles à l'échographie ;
- Nature et condition du dernier vêlage ; eutocique ou dystocique ;
- Rang du vêlage ;
- Présence d'éventuelles pathologies du postpartum ;
- Dernière observation des chaleurs (dernier chevauchement observé par le vacher).
- Alimentation distribuée ;
- Nombre de jours du postpartum ;
- Echographie : cyclicité avant traitement ; voir si ovaires fonctionnels ou quiescents ; présence d'éventuels kystes ovariens.

b. Données d'élevage :

- Race (Prim Holshtein ; Monte Béliarde et Brune des Alpes) ;
- Nombre de vaches mises à la reproduction ;
- Mode de reproduction (pour l'année précédente) :
 - . Nombre de femelles saillies ;
 - . Nombre de vêlages ;
 - . Nombre de synchronisations obtenues et avec quelles femelles ;
- Stabulation libre ou entravée ;
- Alimentation :
 - . Ensilage de maïs ; céréales ; CMV¹ (oui ou non) ;

¹ - NEC, note d'état corporel.

- .Ensilage d'herbe ; tourteaux ;
- .Foin de graminées ; pulpe ; flushing (oui ou non) ;
- .Foin de luzerne ou autres.

3. Choix des animaux :

1. Critères d'inclusion :

- Génisses ou vaches de race pie noir, pie rouge ou Brune des Alpes
- Note de l'état d'engraissement supérieure ou égale à 2,5 et inférieure ou égale à 3,5 (**Edmonson *et al.*, 1989**);
- Intervalle entre le vêlage et le traitement d'induction de l'œstrus compris entre 60 et 110 jours ;
- Rang de vêlage compris entre 1 et 6 inclus.

2. Critères d'exclusion :

- Les vaches étant à plus de 6 lactations ;
- Les vaches ayant mis bas depuis moins de 60 jours ou plus de 110 jours ;
- Les vaches pour lesquelles l'involution utérine n'est pas complète ;
- Les animaux présentant un ou plusieurs kystes ovariens ;
- Les vaches gravides ;
- Les animaux présentant une anomalie de l'appareil génital ;
- Aucune vache pré-synchronisée par des prostaglandines n'a été admise ; cela ne correspond pas à l'utilisation habituelle du protocole sur le terrain.

3. Constitution des lots :

Faisant suite à l'objectif de comparaison des deux durées de traitement de maîtrise des cycles associant la progestérone et la prostaglandine F2 α effectuée chez 06 lots de vaches laitières sélectionnées selon les critères d'inclusion et de non inclusion décrits ci-dessus, l'examen ayant intéressé l'état corporel pour évaluation de cette note (NEC).Après ceci, une moyenne a été calculée à partir des notes attribuées par chacun des cliniciens en se basant sur une échelle allant de 1 à 5 (**Edmonson, 1989**). La note corporelle repose sur l'examen visuel et sur la palpation de la région caudale et lombaire des vaches.

Avant d'entamer l'expérimentation, nous avons enregistré pour chaque femelle des informations concernant :

¹- **CMV**, Complexe minéralo-vitaminique.

- Identité de la femelle : cette identification comportera au minimum : le numéro de l'animal et sa race : PH (Prim Holstein), MB(Montbéliarde), et BA (Brune des Alpes).
- Etat corporel, divisé en deux classes : (>2.5,<2.5).
- Le rang de vêlage ou parité : (Primipares=1, Multipares = 2 vêlages et plus).
- Intervalle vêlage-traitement de maîtrise des cycles : divisé en deux classes <75jours et >75 jours.
- Pathologies du postpartum (Rétention placentaire & métrite) : Absence ou Présence.

L'échantillon analysé (N=44) comprend 06 lots de vaches laitières chacun divisé en deux sous groupes :

- **LOT A** (courte durée de traitement à base des progestagens 11jours) ; 02 sous groupes : **-PRID (N=10).**
-CRESTAR (N=05).
- **LOT B** (longue durée de traitement à base des progestagens 14 jours) ; 02 sous groupes : **-PRID (N=10).**
-CRESTAR (N=05).
- **LOT C** (Femelle bovine confirmée cycle suite à l'examen échographique) ; l'utilisation de la PFF2 α , ce qui constituera le 3^{ème}lot expérimental qui est lui-même divisé en deux sous-groupes :
 - PG*1** : une seule injection de prostaglandine F2 α .
 - PG*2** : la double injection à un intervalle de 11 à 14 jours.

A la fin de cet examen, les bonnes règles de mise à la reproduction ont été respectées :

-Note d'état corporel (NEC) comprise entre 2,5 et 3 au début du traitement ;

- Initiation du protocole entre 55 et 90 jours du postpartum ;

44 vaches ont été sélectionnées et réparties au hasard en 4 lots ; 3 lots expérimentaux et 1 lot témoin :

- Sous groupe **n°1** (n=10): PRID 11 jours (J0 pose du PRID+J9 PGF2 α +J11MSG) ;
- Sous groupe **n°2** (n=10): PRID 14 jours (J0 pose du PRID+J12 PGF2 α +J14MSG) ;
- Sous groupe **n°3** (n=05): CRESTAR 11 jours (J0 pose du CRESTAR+J9 PGF2 α +J11MSG) ;

- Sous groupe n°4 (n=05): CRESTAR 14 jours (J0 pose du CRESTAR+J12 PGF2 α +J14MSG) ;
- Sous groupe n°5 (n=07): Une seule Injection de PGF2 α ;
- Sous groupe n°6 (n=07): double injection de PGF2 α à 11 jours d'intervalle.

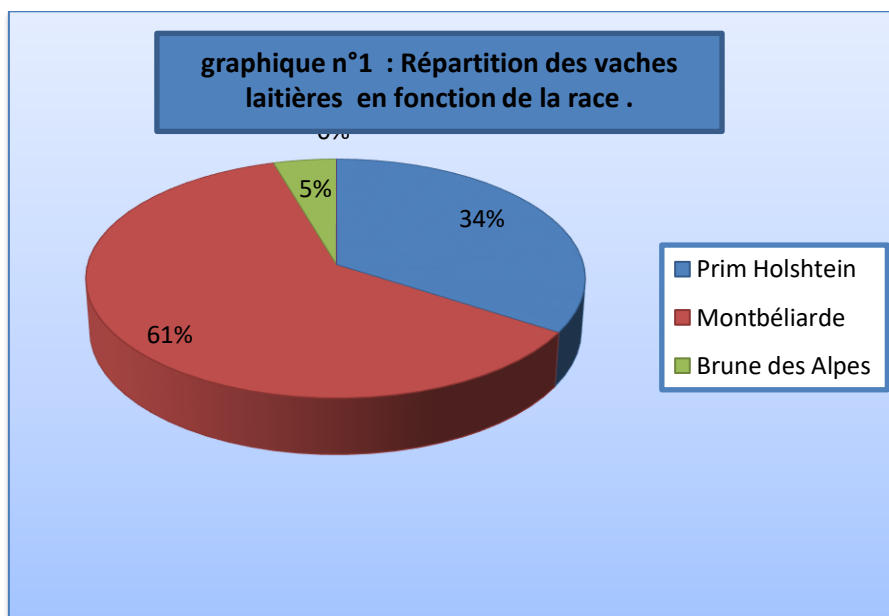
Quarante-quatre (44) vaches ont été sélectionnées parmi celles correspondant aux critères d'inclusion. Chacune a été placée dans un des six lots ; quatre lots de traitement progestatif et deux à base de prostaglandines pour les vaches cyclées après classement des vaches par ordre croissant du nombre de jours du postpartum(sous groupes : n°1, n°2, n°3, n°4 , n°5 et n°6).

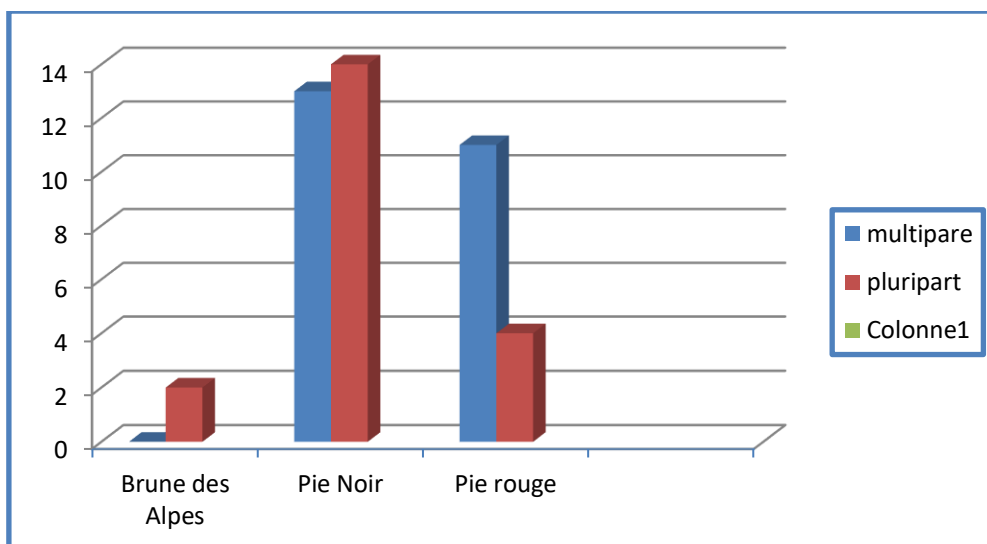
Les vaches ont été appariées, dans chaque élevage, en six trois lots de traitement selon le rang de vêlage, les conditions de vêlage et la note d'état corporel, ainsi que la cyclicité avant traitement. Le traitement a été effectué du 22/02/2016 au 23/12/2016.

4. Description de l'échantillon :

1. Répartition des animaux selon la race :

Parmi les 44 femelles dont les chaleurs ont été induites, 15 étaient de race Prim Holshtein(34%) et 27 de race Montbéliarde (61%) et 2 étaient de race Brune des Alpes(5%) ;(graphique n°1).





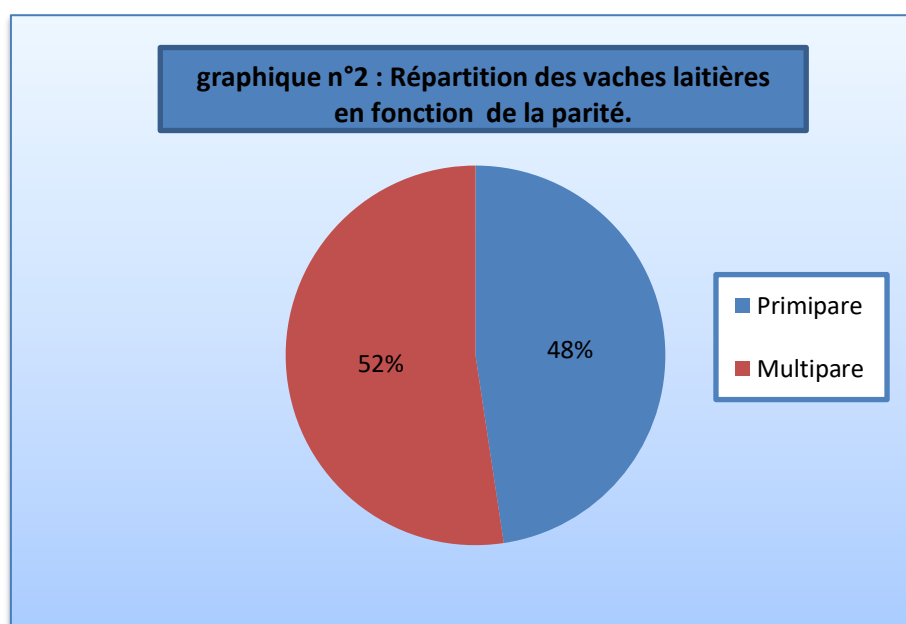
Histogramme n°1 : Répartition des vaches laitières en fonction de la race.

	M	P
brune alpes	0	2
Pienoir	13	14
Pierouge	11	4

Tableau n°1 : Répartition des vaches laitières en fonction de la race.

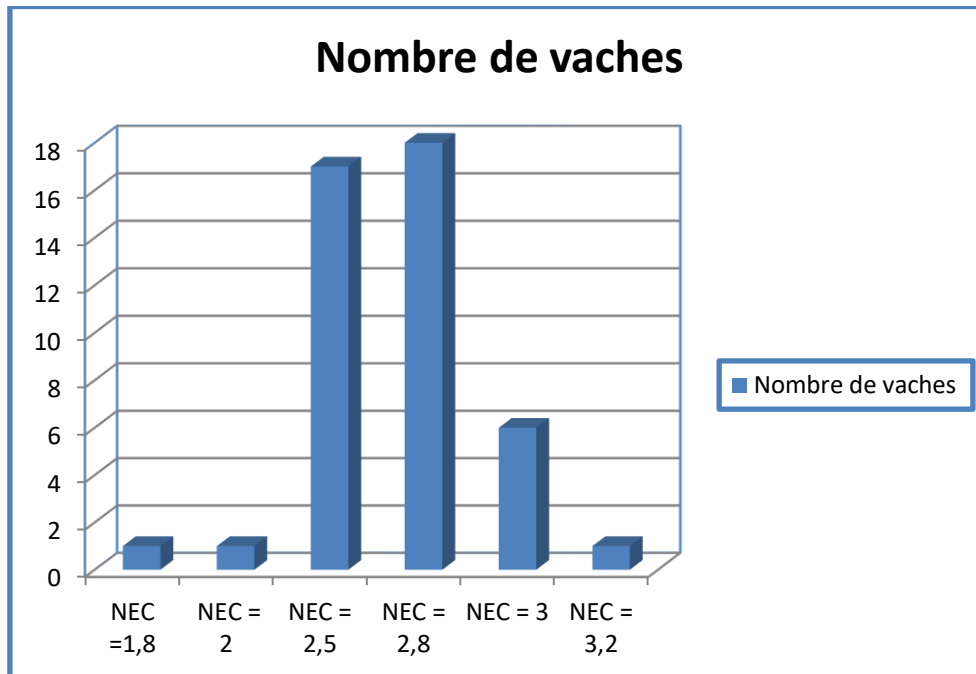
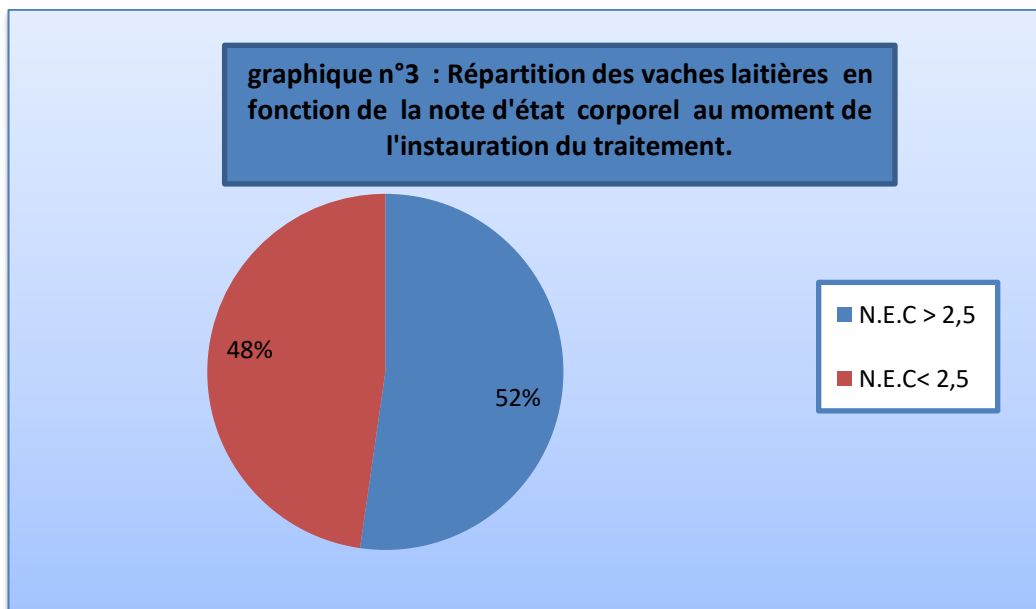
2. Répartition des animaux selon le rang de vêlage :

Sur les 44 femelles induites, 20 étaient des primipares(48%) et 24 des multipares (52%). (Graphique n°2).



3. Répartition des animaux selon la note de l'état corporel :

Sur 44 femelles de l'étude, 23 avaient une note corporelle supérieure à 2,5 et 21 vaches avaient une note d'état inférieure à 2,5 ; les taux étaient respectivement pour les 2 classes (52% et 48 %) (Graphique n° 3).



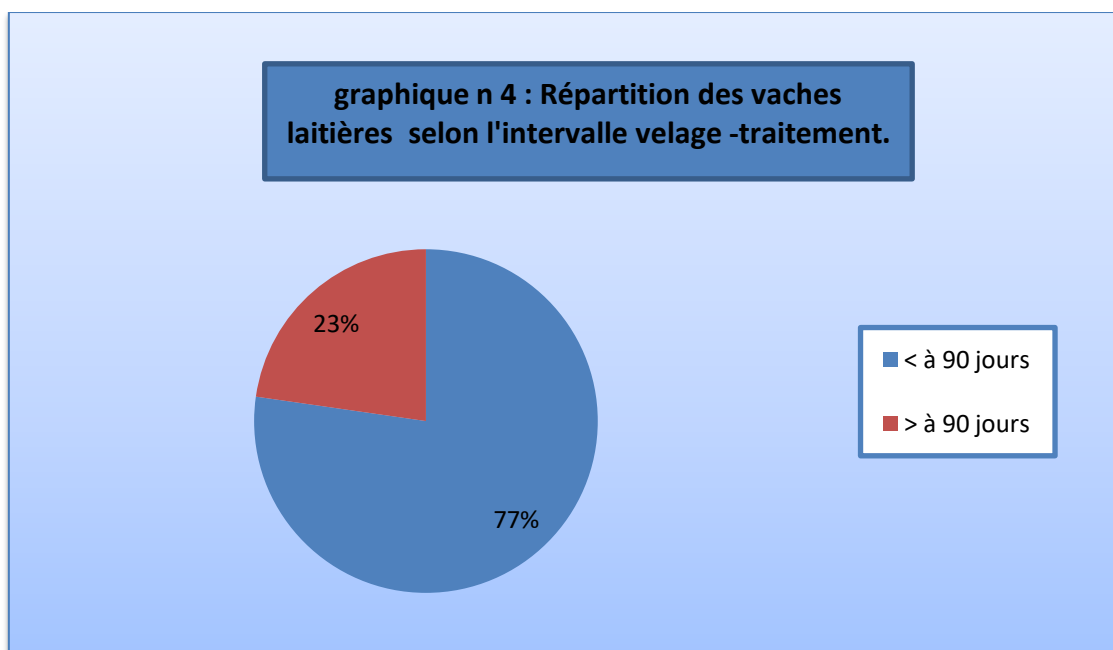
Histogramme n° 2 : Répartition des animaux en fonction de leur Note d'état corporel.

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Note d'état corporel	2,68	0,26	1,8	3,2

Tableau n° 2 : Répartition des animaux en fonction de leur note D'état corporel.

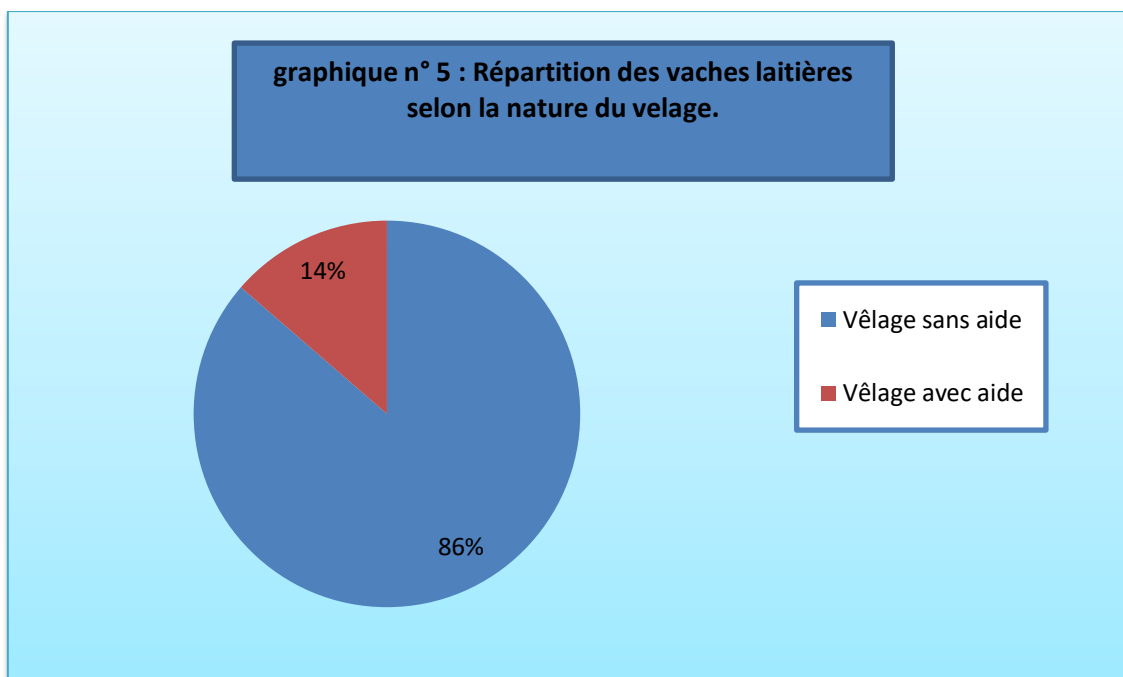
4. Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage-traitement :

Sur 44 femelles de l'étude, 34 avaient un intervalle supérieur à 90 jours, et 10 vaches avaient un intervalle inférieure à 90 jours ; les taux étaient respectivement pour les 2 classes (77% et 23 %) (Graphique n°4).



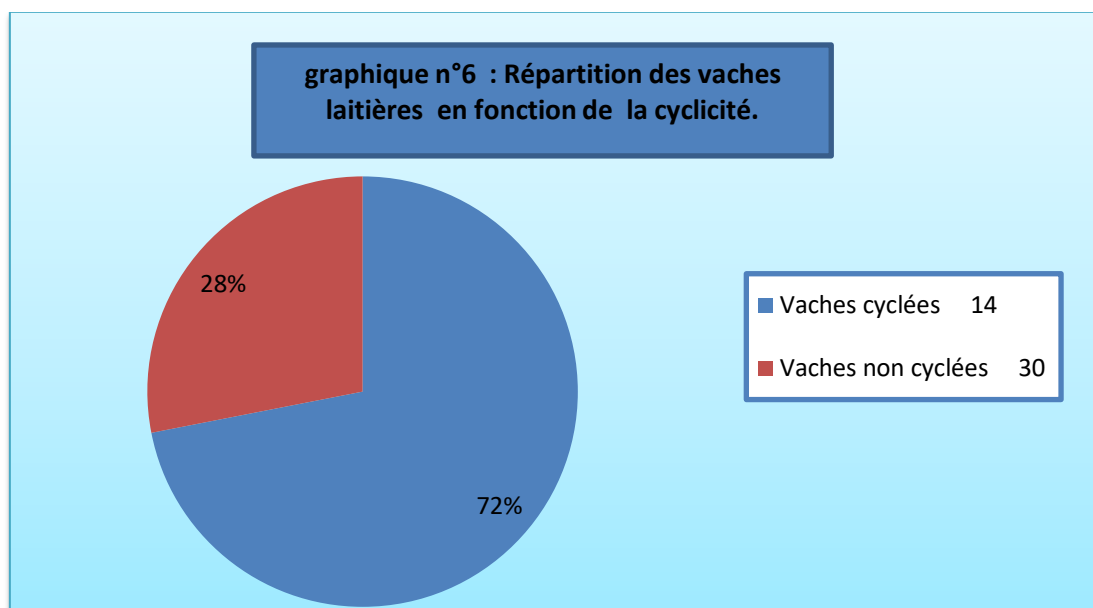
5. Conditions de vêlage :

Parmi les 44 vaches pour lesquelles les données étaient disponibles, 38 ont eu un vêlage sans aide et 6 vêlages avec aide.



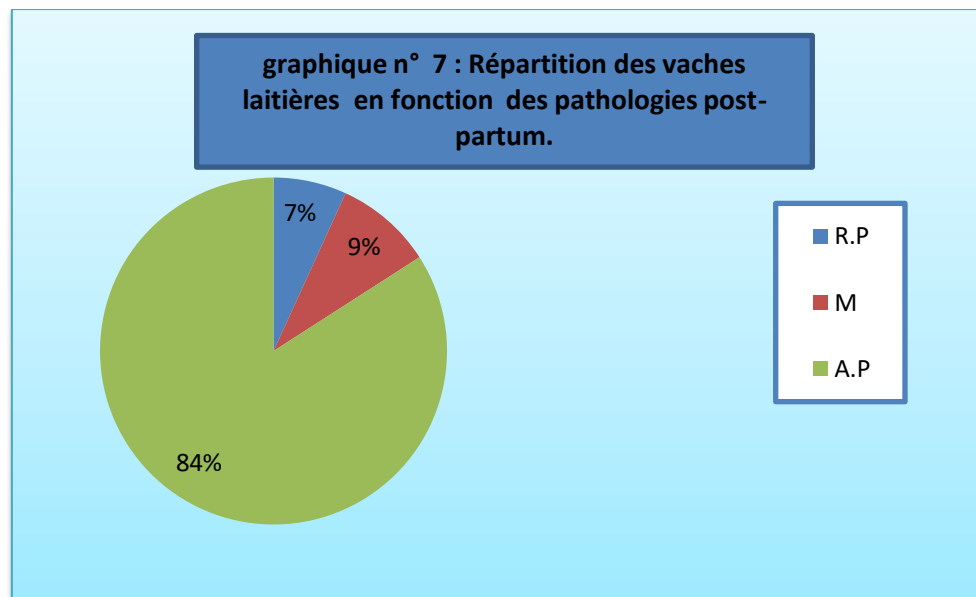
6. Cyclicité avant traitement :

Parmi les animaux de l'expérimentation, 14 femelles étaient cyclées et 30 non cyclées.



7. Répartition des animaux en fonction des pathologies du post partum :

Sur 44 vaches de l'expérimentation, 03 avaient comme antécédent du postpartum, une rétention placentaire, alors que 04 d'entre elles avaient eu une métrite chronique traitées par le Ceftiofur® avec des taux de 7 % pour la rétention et 9 % pour la métrite chronique ; alors que 84 % n'avaient aucune pathologie du post partum.



R.P : Rétention placentaire

M : Métrite

A.P : Aucune pathologie.

5. Matériels:

1. Matériels de synchronisation :

- Applicateur du dispositif vaginal ;
- Applicateur du CRESTAR® ;
- Gants ;
- Solution désinfectante : Bétadine, glycérine iodée ;
- Seringue stérile à usage unique.

2. Matériel du diagnostic de gestation :

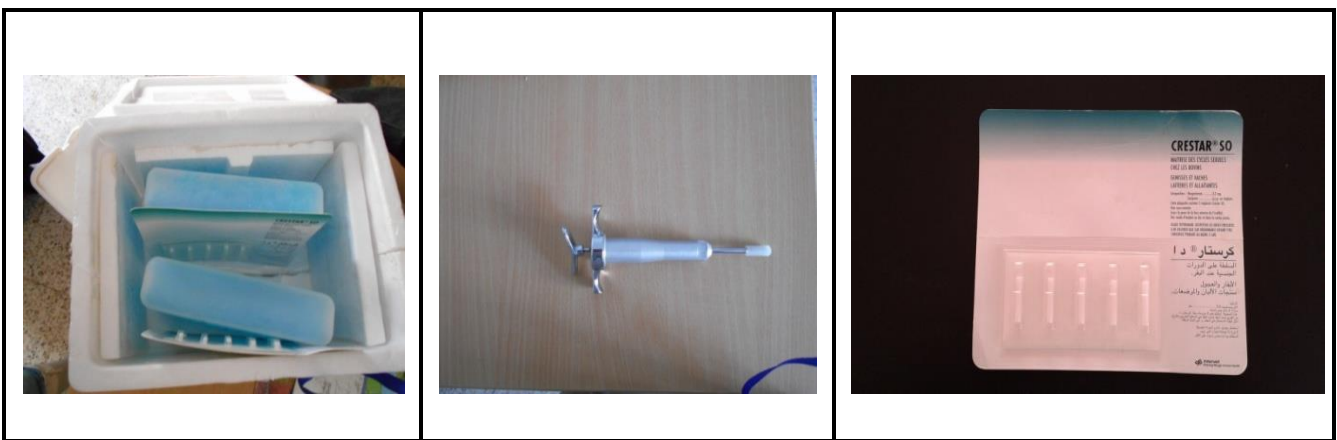
- Gants de fouille rectale ;
- Echographe à sonde linéaire.



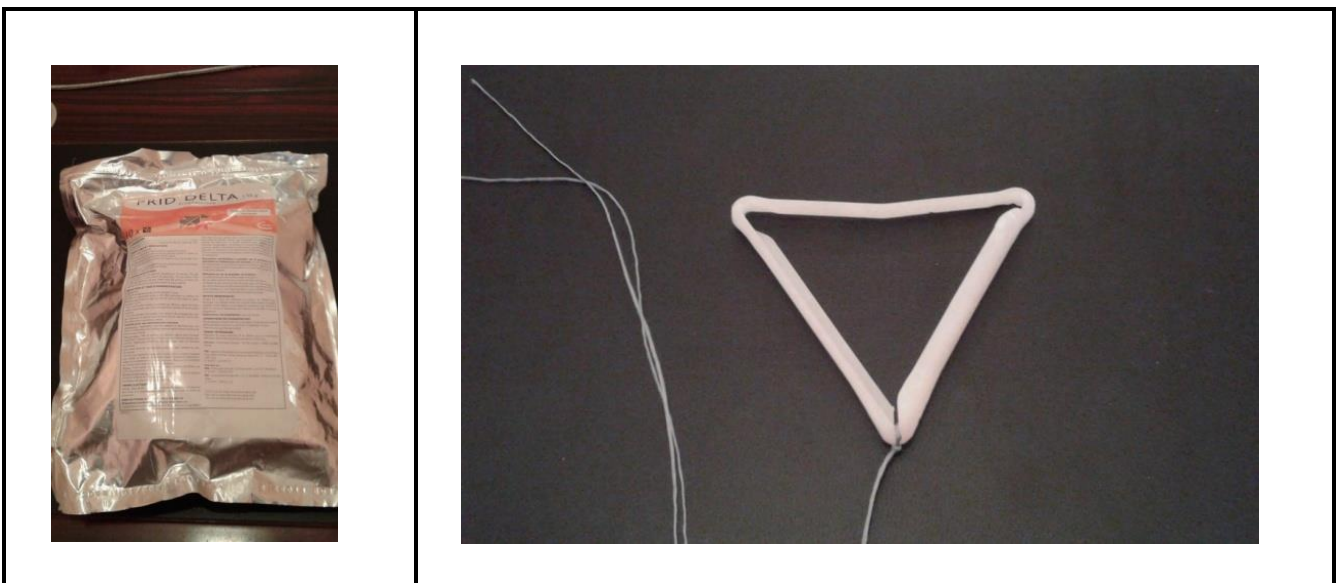
PhotoN°1 : Echographe de type « SIEMENS », la fréquence de l'appareil est 2 MHZ utilisé dans cette étude.

3. Médicaments utilisés :

- **PRID®Delta** : Dispositif intra vaginal à base de progestérone ;
- **CRESTAR®** : Implant progestatif auriculaire sous cutané.
- **Prostaglandine F2 α** : (**Estrumate®**, **Intervet**) 0,25 mg de cloprosténol à raison de 2ml/VL par IV. Délai d'attente de la viande et des abats : 1jour, et pour le lait : Aucun délai d'attente.
- **PMSG** : (**Folligon®** ; **Intervet**) à la dose de **1000UI /VL**, avec un délai d'attente nul pour le lait, la viande et les abats.



Photos n° 2 : Trocart du CRESTAR® « l'implant auriculaire » ; le CRESTAR® est mis dans une glacière.



Photos n° 3 : PRID® DELTA.

6. Protocole expérimental :

1. Schémas thérapeutiques :

- ❖ **Lot A** : « sous groupes : n°1+ n°2 » Traitement de courte durée à base de progestagènes en association à la PGF2 α .

J0: PRID

J09:PGF2 α

J11: PMSG



Dispositif progestatif (PRID®DELTA/CRESTAR®) à libération courte (11 jours)

Schémas n° 1 : Protocole (PRID®DELTA / CRESTAR®) à courte durée 11 jours.

J0 : Le PRID®DELTA /CRESTAR® contenant la progestérone a été laissé en place pendant 11 jours (9x24 heures \pm 6 heures).

LE PRID : est appliquée après désinfection de la vulve, la base de la queue ainsi que l'applicateur et son poussoir avec de la glycérine iodée. L'introduction de l'applicateur contenant la spirale vaginale se fait en l'inclinant à 45°, en tirant sur la ficelle de la spirale à l'extérieur, puis en ligne droite. L'application de la spirale se fait à environ 5cm en avant du col utérin.

La pose du CRESTAR® s'effectue à l'aide d'un applicateur sur la face externe du pavillon auriculaire, après avoir nettoyé puis désinfecté la zone.

J9 : Deux jours avant son retrait (24 heures \pm 2 heures), une injection de cloprosténol, un analogue structural de la PGF2 α (EUSTREMATE®). L'injection intraveineuse a été réalisée dans la veine jugulaire en respectant les règles d'asepsie (nettoyage du site d'injection, utilisation d'une seringue et d'une aiguille à usage unique). Lorsque plusieurs animaux d'un même élevage ont reçu une injection de cloprosténol le même jour, un même flacon a été utilisé pour plusieurs animaux (flacons de 10 ml, permettant de traiter 5 vaches à raison de 2 ml pour chacune).

J11 : Le jour du retrait du PRID®, une injection de PMSG a été réalisée par voie intramusculaire (1000 UI).

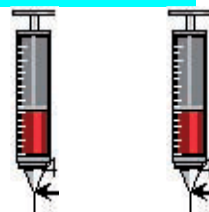
La monte libre a été réalisé 56 heures après le retrait du PRID®/CRESTAR®.

❖ **Lot B** : « sous groupes : n°3+ n°4 » Traitement de longue durée à base de progestagènes en association a la PGF2 α .

J0: PRID

J12:PGF2 α

J14: PMSG



Dispositif progestatif à libération prolongée (14 jours)

Schémas n° 2 :Protocole (PRID®DELTA / CRESTAR®) à longue durée 14 jours.

J0 : LePRID®DELTA /CRESTAR® contenant de la progestérone a été laissé en place **pendant 14 jours** (9x24 heures \pm 6 heures).

LE PRID : est appliquée après désinfection de la vulve, la base de la queue ainsi que l'applicateur et son poussoir avec la glycérine iodée. L'introduction de l'applicateur contenant la spirale vaginale se fait en l'inclinant à 45°, en tirant sur la ficelle de la spirale à l'extérieur, puis en ligne droite. L'application de la spirale se fait à environ 5cm en avant du col utérin.

La pose du CRESTAR® s'effectue à l'aide d'un applicateur sur la face externe du pavillon auriculaire, après avoir nettoyé puis désinfecté la zone.

J12 : Deux jours avant son retrait (24 heures \pm 2 heures), une injection de cloprosténol, un analogue structural de la PGF2 α (EUSTREMATE®). L'injection intraveineuse a été réalisée dans la veine jugulaire en respectant les règles d'asepsie (nettoyage du site d'injection, utilisation d'une seringue et d'une aiguille à usage unique). Lorsque plusieurs animaux d'un même élevage ont reçu une injection de cloprosténol le même jour, un même flacon a été utilisé pour plusieurs animaux (flacons de 10 ml, permettant de traiter 5 vaches à raison de 2 ml pour chacune).

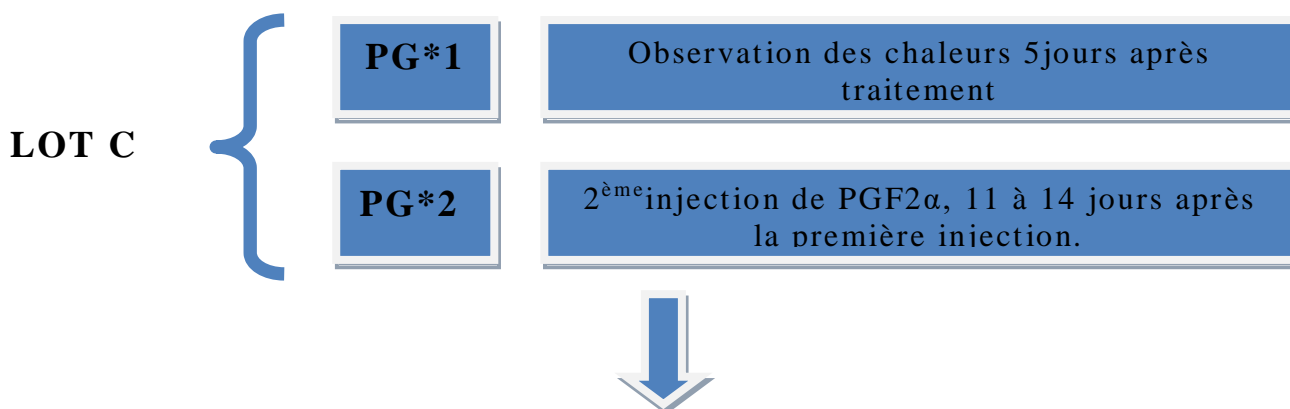
J14 : Le jour du retrait du PRID®/ CRESTAR®, une injection de PMSG a été réalisée par voie intramusculaire (1000 UI).

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. Le dispositif a été retiré en tirant sur la cordelette qui dépasse de la vulve.

La monte libre a été réalisée 48 heures après le retrait du PRID®.

❖ **Lot C** : « sous groupes : n°5+n°6 » : Traitement de synchronisation des vaches cyclées à base de prostaglandines F2 α ; ce lot comprend deux sous groupes chacun composé de 07 vaches dont le premier les vaches ont eu une seule injection de PGF2 α , et le deuxième les vaches ont eu une 2^{ème} injection de PGF2 α à un intervalle qui va de 11 à 14 jours :

Schémas n° 3 : Protocole PGF2 α sur vache cyclées.



Détection des chaleurs + examen des ovaires par échographie et mise en évidence du follicule ovulatoire ainsi que la saillie qui est faite 48 heures après apparition de l'œstrus.



Photos n°4: Méthode d'administration du PRID® DELTA.

2. Evaluation de la synchronisation :

Pour les élevages dont l'accès était facile comme les deux fermes pilote « Boukhtachebouziane » de Rahouia et la ferme « Haydar ». La détection des chaleurs a été faite par nos soins, le soir même du retrait du progestatif (dispositif vaginal ou implant), par la mise en évidence des signes de chevauchement qui reste le plus fiable et l'examen gynécologique des ovaires 2 jours avant le retrait et le jour du retrait ; voir la présence d'un éventuel follicule dominant.

Concernant les fermes privées, la détection des chaleurs a été faite par le dit vacher (qu'on ne pourra guère lui faire confiance) ; Cependant, nous avons procédé à notre examen échographique des ovaires pour mettre en évidence la présence d'un follicule dominant pré ovulatoire ; puis un second examen échographique a été fait 5 jours après pour confirmer la cyclicité de ces vaches synchronisées par la présence d'un corps jaune au sein de l'ovaire.

3. Evaluation de la fertilité à l'œstrus induit :

Quarante-cinq jours minimum après l'IA, les vaches ont fait l'objet d'une échographie réalisée par l'inséminateur en vue de diagnostiquer la gestation.

Le diagnostic de gestation par échographie a été effectué pour les deux lots à $J47 \pm 2$ jours par le vétérinaire.




<p>image d'une vésicule embryonnaire prise à 45 jours de gestation chez une vache laitière PrimHolstein.</p>	
<p>image d'une vésicule embryonnaire prise à 51 jours de gestation chez une vache laitière PrimHolstein.</p>	
<p>image d'une vésicule embryonnaire prise à 75 jours de gestation chez une vache laitière Montbéliarde.</p>	

Tableau n°3 : image échographique de vésicules embryonnaires prises à 3 dates différentes (45, 51 et 75 jours) lors du diagnostic de gestation.

7. Analyse statistique des données :

L'analyse statistique a été faite par le logiciel R. Dans un premier temps, une analyse descriptive des données a été réalisée. La comparaison des six lots a été effectuée en utilisant le test d'analyse de la variance «ANOVA»¹. dans le cas dont le résultat est significatif on passe au teste de « **TUKEY** » pour Dissocier l'effet de chaque facteur.

1. Analyse uni-variée :

Une analyse uni-variée des facteurs susceptibles d'avoir un effet sur la fertilité (race, parité, conditions de vêlage, note d'état corporel, l'intervalle vêlage-traitement, l'intervalle retrait apparition des chaleurs, pathologies du postpartum, durée du traitement et le produit utilisé pour la synchronisation des chaleurs) a été réalisé.

2. Analyse multi-variée :

Ensuite, nous avons évalué l'effet de chaque facteur pris individuellement sur le taux de gestation à l'aide du logiciel R, puis l'effet combiné de deux facteurs ou trois sur le taux de synchronisation et de gestation.

¹- **ANOVA**, Teste d'analyse de la variance.

3. Variables incluses dans l'analyse :
a. Variables explicatives

Variabiles	Unité/code	Type de variable
Lot	Lot 1 PRID® 11 jours Lot2 PRID® 14 jours Lot3 CRESTAR® 11 jours Lot4 CRESTAR® 14 jours Lot5 PG*1 Lot 6 PG*2	QL
Race	1. Pie noir 2. pie rouge 3. Brune des Alpes	QL
Rang de vêlage	1 : primipares 2 : multipares	QL
Intervalle vêlage-IT	1 : < 75j 2 : ≥ 75j	QT
Conditions de vêlage	1 : sans aide 2 : avec aide	QL
Note d'état corporel	1 : < à 2,5 2 : ≥ à 2,5	QL
Intervalle traitement-apparition des chaleurs	24 heures 48 heures	QT
Pathologies post-partum	1. Rétention placentaire 2. Métrite 3. Aucune pathologie	QL
Type du vêlage (eutocique ou dystocique)	1. Eutocique 2. Dystocique	QL
Durée de traitement	11 jours 14 jours PG	QT

Tableau n° 4 : Variables explicatives utilisées dans l'étude statistique.

(**QL** = qualitatif ; **QT** = quantitatif)

(**PG*1** : une seule injection de PGF2 α ; **PG*2** : deux injection de PGF2 α à 11 jours d'intervalle).

Le lot 1 correspond au lot traité par le dispositif PRID® à une durée de 11 jours ;

Le lot 2 correspond au lot traité par le dispositif PRID® à une durée de 14 jours ;

Le lot 3 correspond au lot traité par l'implant CRESTAR® à une durée de 11 jours ;

Le lot 4 correspond au lot traité par l'implant CRESTAR® à une durée de 14 jours ;

Le lot 5 correspond au lot traité par une seule injection de prostaglandine (ESTRUMATE®).

Le lot 6 correspond au lot traité par deux injections à 11-14 jours d'intervalle (ESTRUMATE®).

Pour la note d'état corporel, le seuil correspond à des animaux en bon état corporel pour une mise à la reproduction ($\geq 2,5$), ou des animaux en mauvais état corporel ($< 2,5$).

b. Variables expliquées :

-la synchronisation des chaleurs ;

-la gestation diagnostiquée de façon précoce, à 45 jours, par échographie ;

Variables	Unité/code	Type de variable
Synchronisation	1 : non synchronisée 2 : synchronisée	QL QL
Diagnostic de gestation à j45	1 : non gestante 2 : gestante	QL

Tableau n° 5 : Variables expliquées utilisées dans l'étude statistique.

Le diagnostic échographique a été effectué de façon systématique sur l'ensemble des vaches à $J47 \pm 2$ soit 37 ± 2 jours après l'insémination artificielle.

RESULTATS

I. Traitement des données :

Les données concernant les 06 lots ont été saisies sous forme d'un tableau sous Excel®. Dans un premier temps, les intervalles suivants ont été calculés afin de vérifier la cohérence des données et le respect du protocole :

- Intervalle vêlage – pose,
- Intervalle retrait – apparition des chaleurs,
- Intervalle retrait – échographie,

La comparabilité des six lots a été vérifiée sur les variables race, rang de vêlage, condition de vêlage, intervalle vêlage-pose, note d'état corporel.

Les variables qui ont été prises en compte dans l'analyse sont présentées dans le tableau suivant :

BLOCS	VACHES	RACE	NEC ¹	NV ²	PARITE
B1:10	v1 :4	brunealpes: 1	Min. :1.80	Min. :1.000	M:19
B2: 5	V2 :4	pienoir :19	1st Qu.:2.50	1st Qu.:1.000	P:11
B3:10	V3 :4	pierouge :10	Median :2.80	Median :2.000	
B4: 5	V4 :4		Mean :2.68	Mean :2.067	
	V5 :4		3rd Qu.:2.80	3rd Qu.:3.000	
	V10 :2		Max. :3.20	Max. :4.000	
	(Other):8				
IVT ³	AC ⁴	IRC ⁵	Int		
Min. : 55.00	Min. :0.0000	Min. : 0.0	Min. :0.0		
1st Qu.: 60.00	1st Qu.:0.0000	1st Qu.: 0.0	1st Qu.:0.0		
Median : 61.50	Median :1.0000	Median :24.0	Median :0.0		
Mean : 73.63	Mean :0.6333	Mean :26.4	Mean :0.8		
3rd Qu.: 95.00	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:48.0	3rd Qu.:0.0		
Max. :110.00	Max. :1.0000	Max. :48.0	Max. :6.0		
Gestation	PPP ⁶	VED ⁷	RT ⁸	P ⁹	
Min. :0.0000	1 :24	D: 4	Min. :11.0	crestar:10	
1st Qu.:0.0000	metrite: 4	E:26	1st Qu.:11.0	prid :20	
Median :1.0000	rp : 2		Median :12.5		
Mean :0.5667			Mean :12.5		
3rd Qu.:1.0000			3rd Qu.:14.0		
Max. :1.0000			Max. :14.0		

Tableau n° 6 : Tableau descriptif des variables explicatives et expliquées traité par le logiciel R.

¹- Note d'état corporel.

²- nombre de vêlage.

³- intervalle vêlage-traitement.

⁴- Apparition des chaleurs.

⁵- Intervalle retrait –chaleur

⁶- pathologie post-partum.

⁷- vêlage eutocique /dystocique.

⁸- durée de traitement.

⁹- produit utilisé pour la synchronisation(PRID®/CRESTAR®/ PROSTAGLANDINESF2 α).

Min : minimum

1st Qu : first quartil (1^{er} quartile)

Median: median

Mean : moyenne

3rd QU : third quartil (3^{ème} quartile)

Max: maximum

1. Les variables prises en compte dans l'analyse statistique :

- Lot : Bloc.

- vaches : nombre de vaches constituant chaque bloc ou « lot ».

a. Variables explicatives :

- Race.

- Parité : primipares et multipares.

- Nombre du vêlage en 4 classes 1 seul 2,3 et 4 vêlages.

- Condition de vêlage en 2 classes : sans aide, avec aide.

- les pathologies post-partum en 3 classes : Rétention placentaire, métrite et aucune pathologie.

- Note d'état corporel à la pose en classes (<2,5 ; >2,5).

- Intervalle vêlage-pose de l'implant en 2 classes (< 90 j ; >90j).

- RT : durée du traitement.

- P : produit utilisé pour la synchronisation.

b. Variables expliquées :

- Synchronisation « AC » : apparition des chaleurs ».

- Gestation par échographie.

Une analyse sur les données a préalablement été réalisée (minimum, 1^{er} quartile, répartition, médiane, 3^{ème} quartiles et maximum) en fonction de la parité et de la race.

2. Description de l'échantillon :

Au total, 44 vaches ont été recrutées, réparties dans 04 principaux élevages différents. Certains animaux auraient du être exclus pour les raisons suivantes :

- NEC à la pose < 2.5 (1 femelle).

- Présence de pathologies du post partum (9 femelles).

Ces femelles ont été incluses dans l'analyse, vu les faibles effectifs concernés. Après vérification de la cohérence des données et du calcul des différents intervalles. L'analyse a donc porté sur 44 vaches issues de 04 élevages (27 **Prime**

Holstein, 15 Montbéliarde et **02 Brune des Alpes**) qui respectaient les critères d'inclusion et d'exclusion, à savoir :

- Intervalle vêlage - pose compris entre 50 et 110 jours.
- Intervalle pose - retrait compris entre 11 et 14 jours avec 48 heures de délai entre la prostaglandine et le retrait.
- Données de cyclicité et de gestation exploitables.

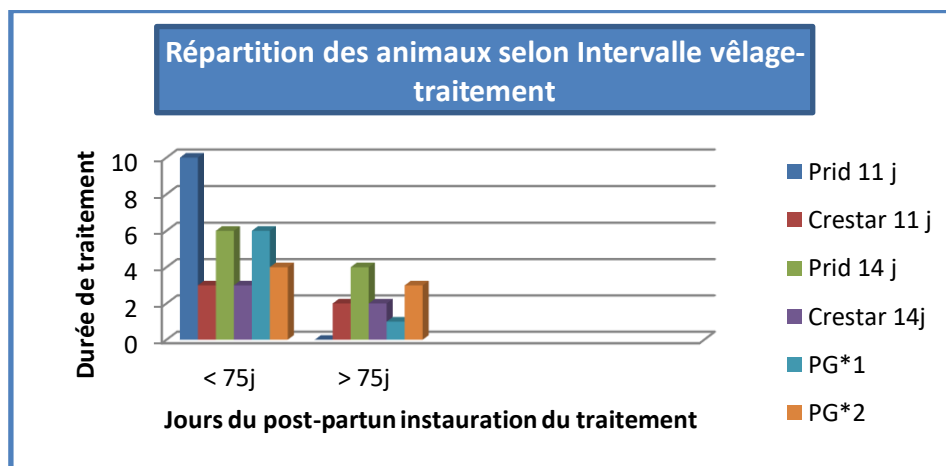
Les lots PRID® (11 et 14 jours) et CRESTAR® (11 et 14 jours) ont été composés respectivement de 10 et 05 vaches, à savoir 20 vaches pour les lots PRID® et 10 vaches pour le lot CRESTAR®.

3. Répartition des animaux selon Intervalle vêlage- début du traitement progestérone :

Parmi les 44 vaches primipares et multipares de l'expérimentation, 32 ont été traitées moins de 75 jours après vêlage et 7 plus de 110 jours après vêlage. Les 12 autres ont été traitées entre 75 et 110 jours post-vêlage (Figure).

	PRID®11 j	CRESTAR® 11 j	PRID® 14 j	CRESTAR® 14j	PG*1	PG*2
< 75j	10	3	6	3	6	4
> 75j	0	2	4	2	1	3

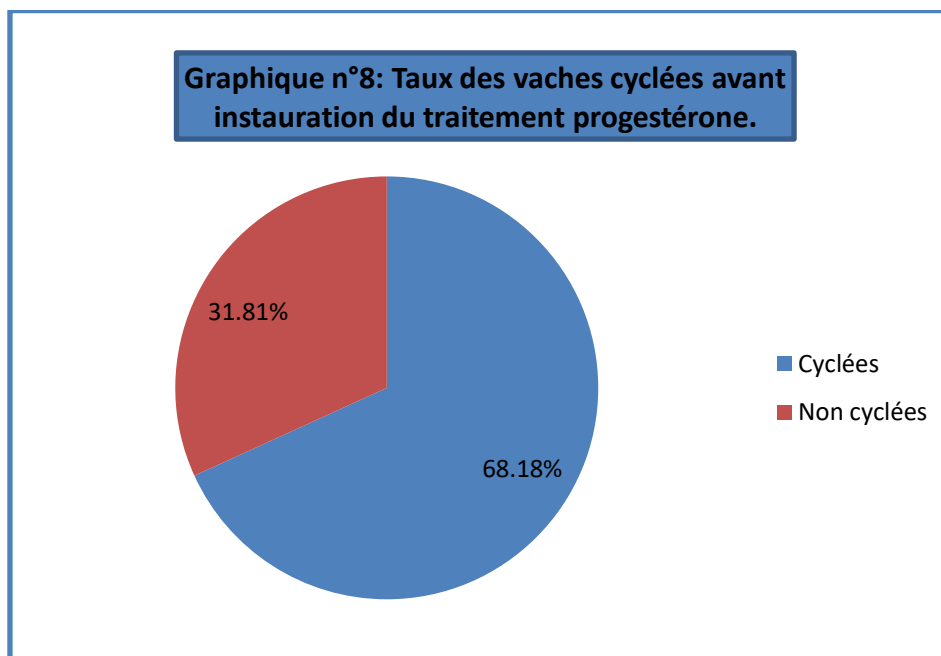
Tableau n° 7: Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage- début du traitement progestérone.



Histogramme n° 3: Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage-traitement.

4. Cyclicité avant traitement :

Parmi les animaux de l'expérimentation, 30 femelles étaient cyclées et 14 non cyclées. Le taux de cyclicité était de 31.81 %.



II. Description de la base des données

1. Synthèse des données individuelles :

Variables	Moyenne	Ecart type	Minimum	maximum	N
NEC à la pose	2,7	0,3	1,8	3,2	44
Intervalle vèlage-début du Traitement progestagène (j)	72,27	16,98	55	110	44

Tableau n° 8: description des variables quantitatives (note d'état corporel et l'intervalle vèlage-traitement).

Cette expérimentation a été faite moyennant un cheptel de 44 vaches et sur un intervalle de temps entre vèlage et traitement étalé sur une durée moyenne de 72 jours.

L'évaluation de la note d'état corporel des vaches a été faite suivant la grille de Baril en collaboration avec un autre collègue vétérinaire praticien (Dr Menad Djilali).

La note moyenne a été de : 2,7
 L'Ecart type a été de : 0,3
 La note minimale a été de : 1,8
 La note maximale a été de : 3,2

Paramètres étudiés		Nombre	Pourcentage
Races	Prime Holstein	27	61,36 %
	Montbéliarde	15	34,09 %
	Brune des Alpes	02	04,54 %
Rang de vêlage	Primipare	20	45,45 %
	Multipare	24	54,54 %
Conditions de vêlage	Eutocique	38	86,36 %
	Dystocique	06	13,64 %
Note d'état corporel	<2,5	02	04,54 %
	≥2,5	42	95,45 %
Intervalle vêlage-TRT	< 75j	29	03,41 %
	≥ 75j	15	65,91 %
Pathologies post-partum	Rétention placentaire	04	0,91 %
	Métrite	05	11,36 %
	Aucune pathologie	35	79,54 %

Tableau n° 9: description des paramètres étudiés.

Variable	Moyenne	Ecart type	Valeur minimale	Valeur maximale
Intervalle vêlage – traitement (en jours)	72,27	16,89	55	110
Intervalle retrait du progestatif-apparition de chaleurs	54,4	67,88	24	48
INT	1,06	49,35	0	34
Nombre de vêlage	1,93	3	1	4
Note d'état corporel	2,67	0,26	1,8	3,2
Apparition des chaleurs	0,68	0,47	0	1
Gestation	0,63	49,35	0	24

Tableau n° 10: Analyse descriptive de quelques variables quantitatives concernant les vaches des 06 lots (N=44).

2. Comparabilité des lots :

		PRID® 11jours	PRID® 14 jours	CREST AR®11 jours	CRESTAR ®14 jours	PG x 1	PG x 2
Race	Prime Holstein	8	8	4	4	4	4
	Montbéliarde	8	2	1	1	2	3
	Brune des Alpes	1	0	0	0	1	0
Rang de vêlage	Primipare	5	5	3	5	2	4
	Multipare	5	4	2	0	5	3
Conditions de vêlage	eutocique	10	10	2	5	7	5
	dystocique	0	0	3	0	0	2
Pathologies post-partum	rétenion placentaire	0	0	1	1	0	2
	métrite	1	2	1	0	0	1
	aucune pathologie	9	8	3	4	7	5
Note d'état corporel	< à 2,5	0	0	1	0	1	0
	≥ à 2,5	10	10	4	5	6	7
L'intervalle vêlage-traitement	< 75 jours	10	6	3	2	5	6
	>75 jours	0	4	2	3	2	1
		84,73±0,7 0	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10
Apparition des chaleurs	Chaleurs	7(15,91%)	8(18,18%)	3(6,82%)	1(2,27%)	5(11,36%)	6(13,63%)
	Absence de chaleurs	3(6,82%)	2(4,54%)	2(4,54%)	4(9,09%)	2(4,54%)	1(2,27%)
Gestation	Gravide	7(15,91%)	7(15,91%)	2(4,54%)	1(2,27%)	4(9,09%)	6(13,63%)
	vide	3(6,82%)	2(4,54%)	2(4,54%)	4(9,09%)	2(4,54%)	1(2,27%)

Tableau n°11 : Comparabilité des six lots pour les variables qualitatives et quantitatives (N=44).

a. Résultats du PRID® (courte et longue durée) :

La différence entre les deux lots de traitement (de courte 11 jours et longue durée 14 jours) synchronisés avec le PRID® reste légitime proche dont les pourcentages d'apparition de chaleurs variant entre 16 et 18% et les résultats de gestation sont similaires avec des durées différentes ; d'où probablement d'autres facteurs pouvant influencer les résultats, entre autre : la note d'état corporel, l'intervalle vêlage- début de traitement, rang de vêlage, pathologies du post-partum qui seront étudiés par la suite en utilisant le test d'analyse de la variance par le logiciel R.

b. Résultats du CRESTAR® (courte et longue durée) :

Cependant, s'agissant du traitement (longue et courte durée) avec l'implant auriculaire CRESTAR®, le résultat obtenu concernant l'apparition des chaleurs est de 3% pour le traitement longue durée et d'environ 7% pour le traitement de courte durée ; concernant les pourcentages de gestation, ils restent dérisoires et varient entre 2% pour le traitement de courte durée (11jours) et 4% pour le traitement de longue durée (14 jours).

c. Résultats du traitement à base de prostaglandines :

En ce qui concerne ce dernier protocole avec apport d'une injection unique ou double de PGF2 α (à 11 jours d'intervalle), sur des vaches confirmées cyclées par examen échographique « mise en état de la cyclicité ovarienne avant traitement », les résultats sont variables entre 9 et 14% concernant la gestation et les deux lots sont considérés comparables pour les résultats de synchronisation dont les résultats sont respectivement de 11% pour l'injection unique et de 13% pour l'injection double de PGF2 α .

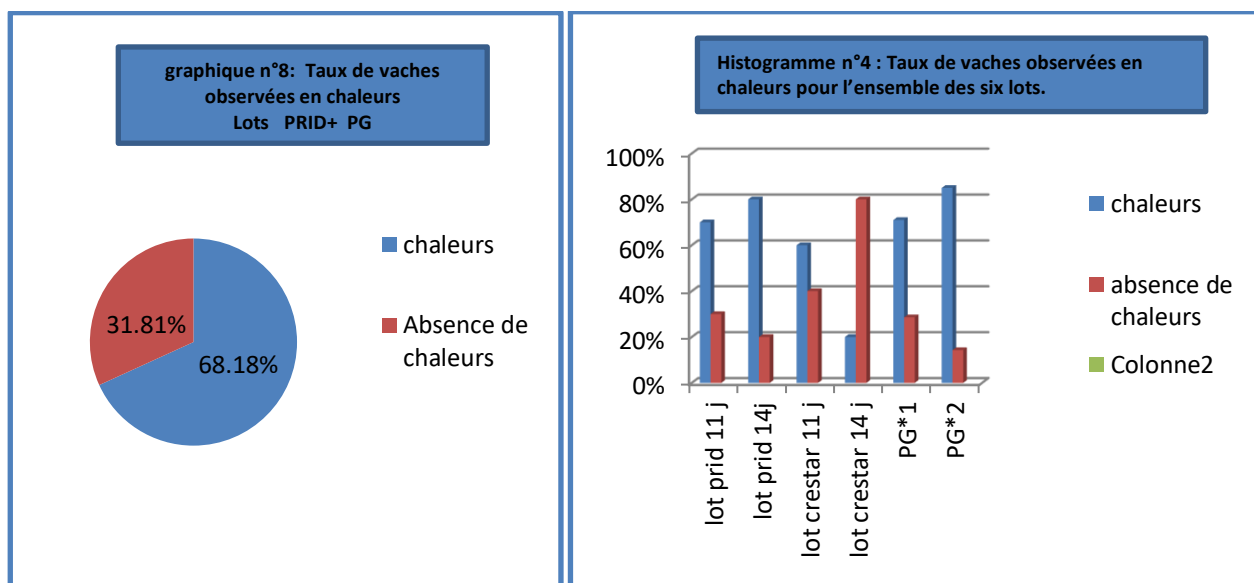
3. Taux de vaches observées en chaleurs et résultats de reproduction à l'issue des protocoles de synchronisation des chaleurs

a. Taux de vaches observées en chaleurs :

	Classes	Effectif (Pourcentage)						Total
		Lot PRID®11j	Lot PRID®14j	Lot CRESTAR® 11 j	Lot CRESTAR® 14 j	Lot PG*1	Lot PG*2	
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N= 7 (7/10) 70%	N=8 (8/10) 80%	N=3 (3/5) 60%	N=1 (1/5) 20%	N=5 (5/7) 71%	N=6 (6/7) 85%	30/44 68,18%
	Absences de chaleurs	N=3 (3/10) 30%	N=2 (2/10) 20%	N=2 (2/5) 40%	N=4 (4/5) 80%	N=2 (2/7) 28,57%	N=1 (1/7) 14,28%	14/44 31,81%

Tableau n° 12: Taux de vaches observées en chaleurs pour chaque lot (N=44)

1. Lot PRID®



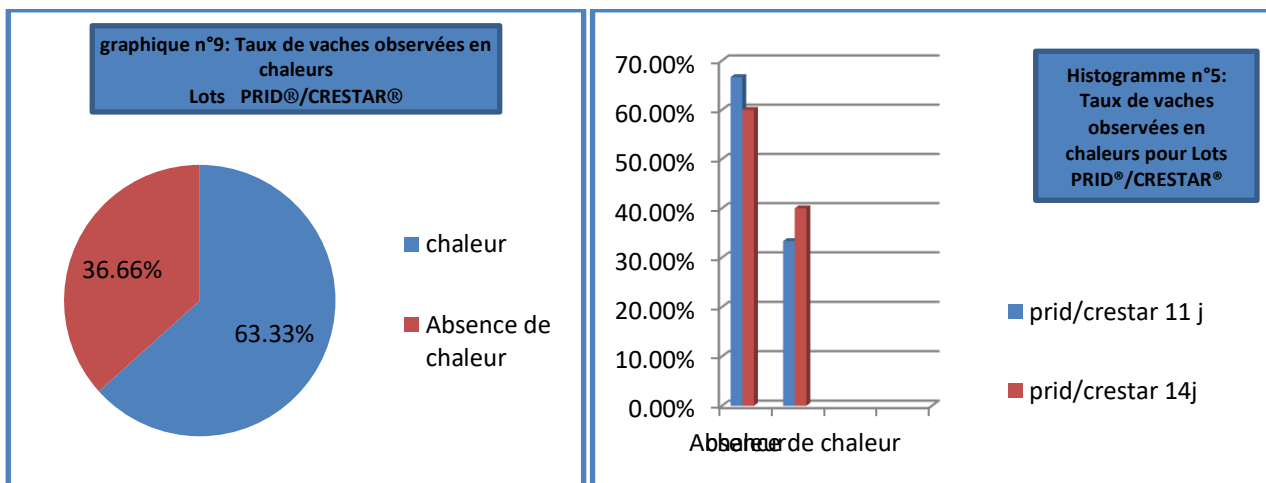
b. Taux de chaleurs pour les vaches observées en chaleur pour le traitement progestatif de courte et longue durée.

	Classes	Lot PRID®/CRESTAR® 11j	Lot PRID®/CRESTAR® 14j	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N= 10 (10/15) 66,66%	N=9 (9/15) 60%	19/30 63,33 %
	Absences de chaleurs	N=5 (5/15) 33,33%	N=6 (6/15) 40%	6/30 36,66%

Tableau n°13: Taux de vaches observées en chaleurs pour les lots synchronisés à base de progestagènes.

c. Comparaison des taux d'apparition des chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et CRESTAR à 2 durée différentes 14 et 11 jours :

Le taux d'apparition des chaleurs pour les 2 lots PRID® et CRESTAR® jumelés à 11 jours sur un nombre de 15 vaches. S'agissant des 2 lots PRID® et CRESTAR®, le résultat de la durée à 11 jours a été de 66,6%, et celui de 14 jours a été de 60%. L'ensemble du traitement à base de progestagènes a pu synchroniser un taux de 63,33% et une moyenne 68,18. Il en résultat que le traitement à base de progestagène à courte durée reste plus efficace que celui de longue durée en matière de synchronisation d'œstrus.



Taux de vaches observées en chaleurs pour **Lots PRID®/CRESTAR®**

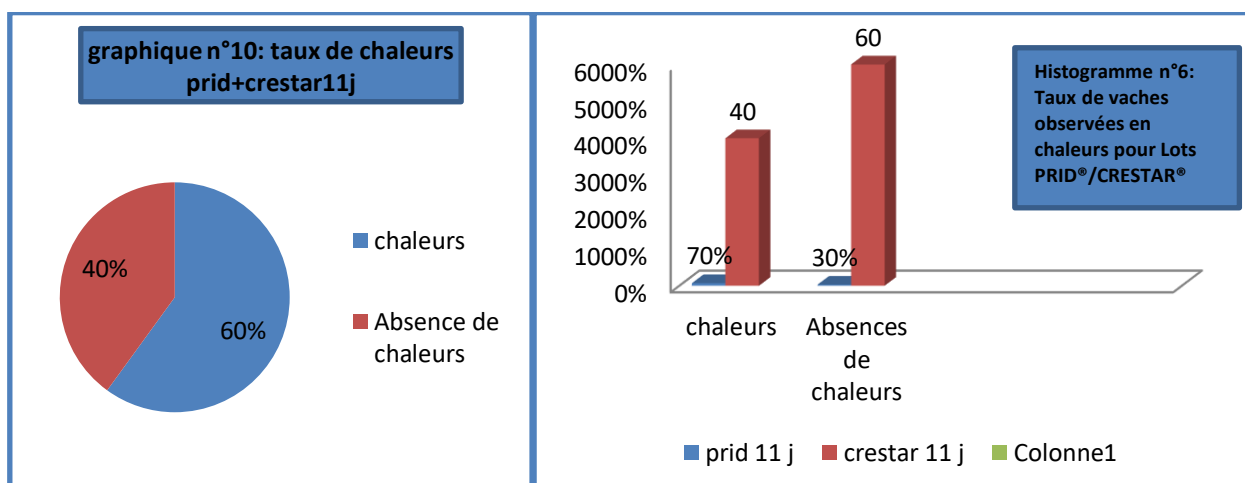
	Classes	Lot PRID® 11 j	Lot CRESTAR®11 j	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N=7 (7/10) 70 %	N=2 (2/5) 40%	9/15 60%
	Absences de chaleurs	N=3 (3/10) 30%	N=3 (3/5) 60%	6/15 40%

Tableau n°14: Nombre de vaches observé en chaleur pour les vaches traités à base des progestagènes pour une courte durée de 11 jrs.

d. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et CRESTAR à une durée de 11 jours :

Le taux d'apparition des chaleurs pour le lot PRID® est de 70% et CRESTAR® est de 40% sur un nombre de 15 vaches. Il en résultat que le traitement de courte durée à base de PRID® reste plus efficace que celui de CRESTAR® en terme de synchronisation d'œstrus.

NB : Le résultat du CRESTAR® reste insignifiant du fait du refus des éleveurs de nous laisser expérimenter l'usage de l'implant sur leurs cheptels.



Nombre de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base des progestagènes pour une longue durée de 14 jrs (PRID® et CRESTAR®).

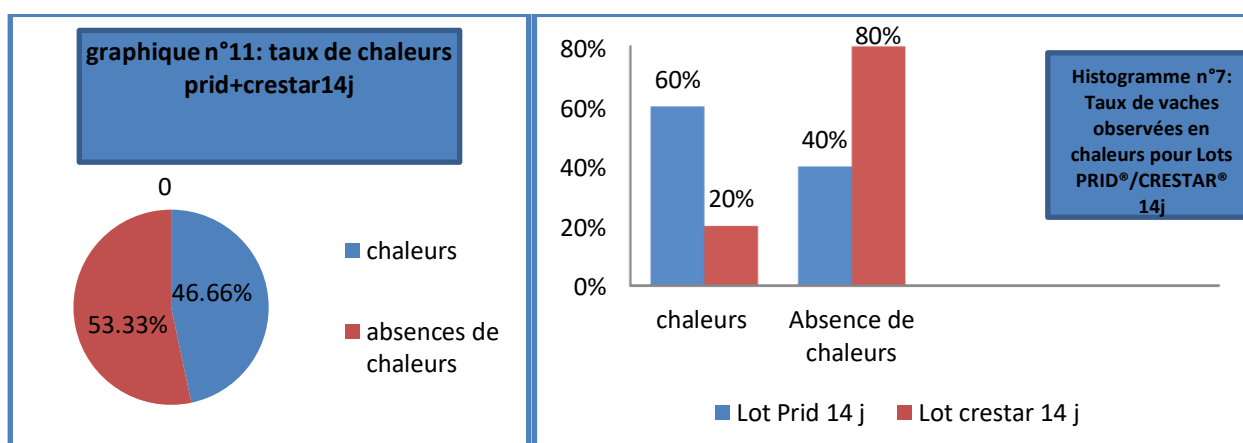
	Classes	Lot PRID® 14 j	Lot CRESTAR®14 j	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N=6 (6/10) 60 %	N=1 (1/5) 20%	7/15 46,66%
	Absences de chaleurs	N=4 (4/10) 40%	N=4 (4/5) 80%	8/15 53,33%

Tableau n°15 : Taux de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base des progestagènes pour une longue durée de 14 jrs (PRID® et CRESTAR®).

e. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et le CRESTAR pour une durée de 14 jours :

Le taux d'apparition des chaleurs pour le lot PRID® a été de 60% et pour le CRESTAR®, il a été de 20% sur un nombre de 15 vaches. Il en résulte que le traitement longue durée à base de PRID® reste plus efficace que celui de CRESTAR® en terme de synchronisation d'œstrus.

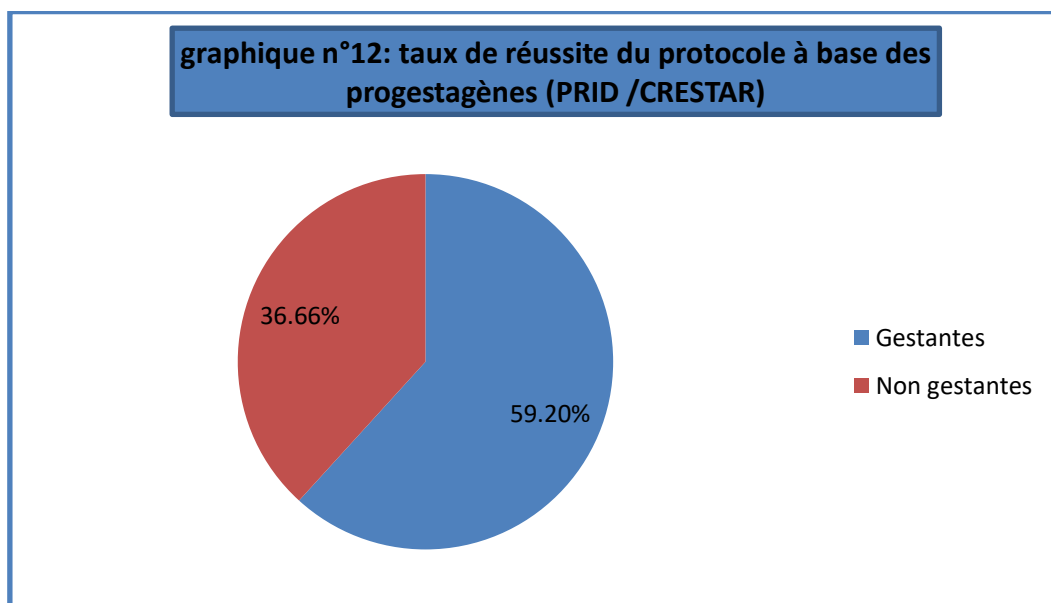
NB : Le résultat du CRESTAR® reste insignifiant du fait du refus des éleveurs de nous laisser pratiquer l'usage des implants sur leurs animaux.



4. Evaluation de la réussite des protocoles de synchronisation des chaleurs

	Classes	Effectif (pourcentages)				
		Lot PRID® 11j	Lot PRID® 14j	Lot CRESTAR ® 11 j	Lot CREST AR® 14 j	Total
Réussite/ échec du protocole	Réussite	N= 7 (7/30) 23%	N=7 (7/30) 23%	N=2 (2/30) 6,66%	N=1 (1/30) 3.33%	N=17 17/30 59,2%
	Echec	N=3 (3/30) 10%	N=2 (2/30) 6,66%	N=2 (2/30) 6,66%	N=4 (4/30) 13,33%	11/30 36,66 %

Tableau n°16 : Taux de réussite du protocole de synchronisation des chaleurs pour chacun des lots traité à base de progestagènes.



a. Comparaison des taux de réussites des protocoles expérimentés sur les 4 lots traités à base de progestagènes, à savoir le PRID et l'Implant Auriculaire CRESTAR pour deux durées différentes (14 et 11 jours) :

Quel que soit la durée du traitement par la progestérone (courte ou longue), le résultat a été de 23% de vaches gestantes pour les 2 lots PRID® à 11 et 14 jours sur un nombre de 30 vaches.

S'agissant du lot CRESTAR®, le résultat de la durée à 11 jours a été de 6,66% et celui de 14 jours a été de 3,33%.

De fait accomplis, l'allongement de la durée du traitement diminue de l'efficacité de ce dernier.

De même, nous ne pouvons pas statuer sur le second traitement, du fait de la faiblesse de la taille de notre échantillon, pour refus de collaboration des éleveurs dans notre expérimentation.

Le traitement à base de progestagènes reste positif, avec un taux proche de 60% pour la courte et la longue durée de traitement.

Le taux de réussite a été de 30% pour la courte durée de traitement, et de 27% pour la longue durée.

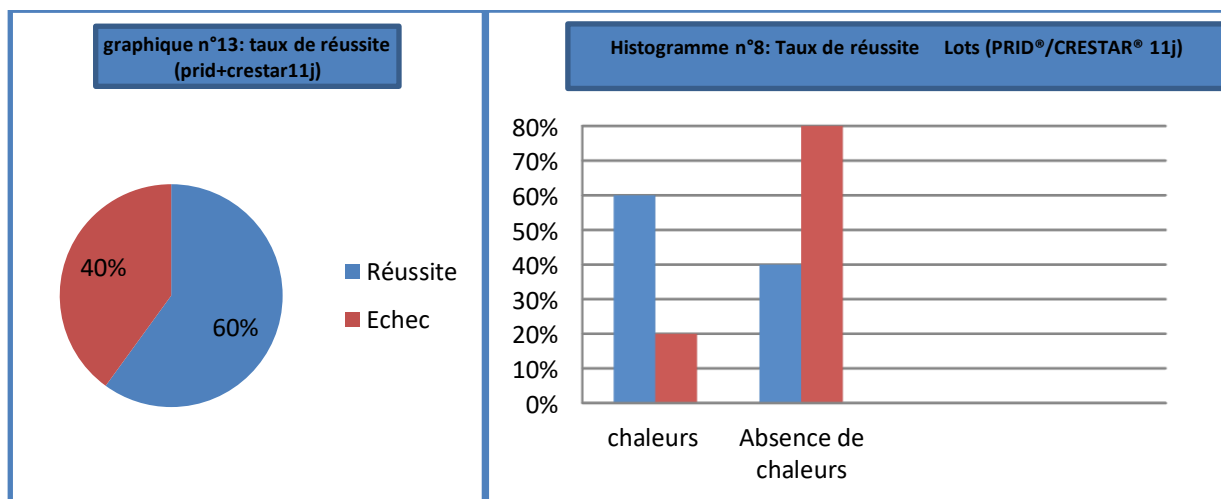
b. Taux de réussite de traitement de synchronisation ; traitement à base de progestagènes de courte durée 11 jours (PRID® et CRESTAR®).

	Classes	Lot PRID® 11 j	Lot CRESTAR® 11 j	Total
Réussite/ échec	Réussite	N=7 (7/10) 70 %	N=2 (2/5) 40%	9/15 60%
	Echec	N=3 (3/10) 30%	N=3 (3/5) 60%	6/15 40%

Tableau n°17 : Taux de réussite de traitement de synchronisation ; traitement à base de progestagènes de courte durée 11 jours (PRID® et CRESTAR®).

c. Comparaison des taux de réussites des protocoles expérimentés sur les 2 lots traités à base de progestagènes, à savoir le PRID® et l'Implant Auriculaire CRESTAR®, de deux durées différentes de traitement, à savoir 11 et 14 jours :

Quel que soit la durée du traitement de courte ou longue durée de progestérone, le résultat a été de 70% de vaches gestantes pour le lot PRID® et 40% pour le CRESTAR®, pour 11 jours de traitement, sur un nombre de 15 vaches.



d. Taux de réussite de traitement de synchronisation : traitement de longue durée (14 jours), à base de progestagènes (PRID® et CRESTAR®).

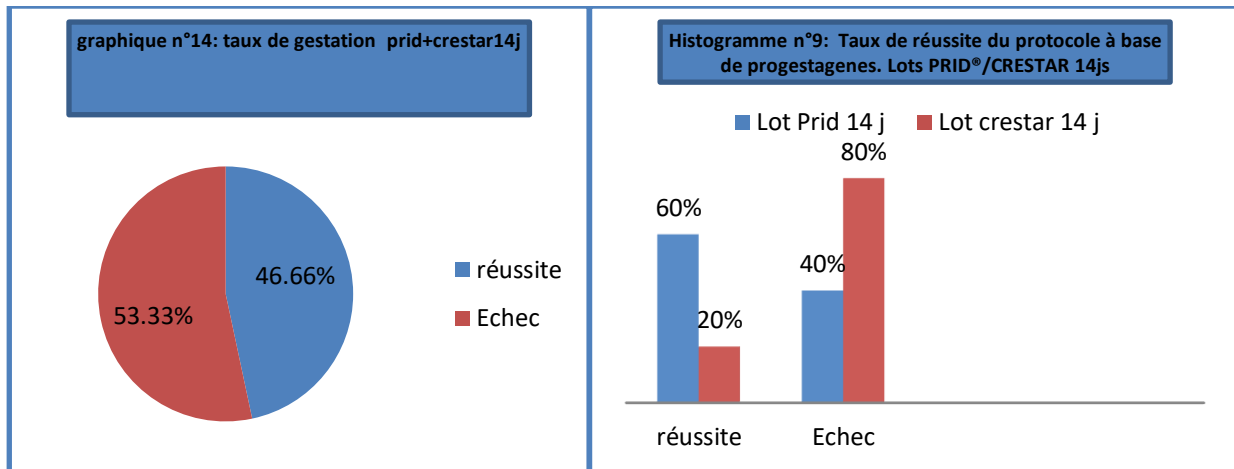
	Classes	Lot PRID® 14 j	Lot CRESTAR® 14 j	Total
Réussite/ échec	Réussite	N=6 (6/10) 60 %	N=1 (1/5) 20%	7/15 46,66%
	Echec	N=4 (4/10) 40%	N=4 (4/5) 80%	8/15 53,33%

Tableau n°18 : Taux de réussite de traitement de synchronisation : traitement de longue durée (14 jours), à base de progestagènes (PRID® et CRESTAR®).

En comparant le taux de gestation après traitement au PRID® pendant 14 et 11 jours, nous avons remarqué que celui de 14 jours dépasse celui de 11 jours de 10%.

En ce qui concerne le taux de gestation obtenu après un traitement au CRESTAR® - pendant 14 et 11 jours, nous avons relevé que le traitement de 14 jours a donné un résultat inférieur à celui de 11 jours (20% de moins).

Du fait du manque à gagner en terme de temps, la durée du traitement de 14 jours est peut signifiante devant celle de 11 jours pour le PRID® pour l'échantillon expérimenté.



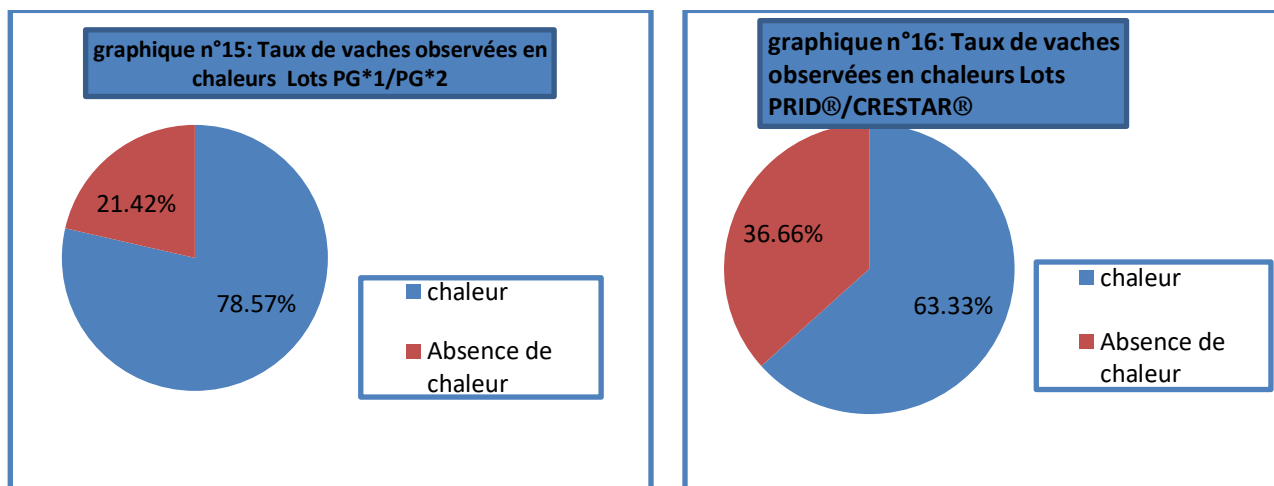
e. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de prostaglandines F2 α sur des vaches cyclées et vérifié par « échographie » :

	Classes	Lot PG*1	Lot PG*2	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N=5 (5/7) 71,42%	N=6 (6/7) 85,71%	11/14 78,57%
	Absences de chaleurs	N=2 (2/7) 11,51%	N=1 (1/7) 14,28%	3/14 21,42%

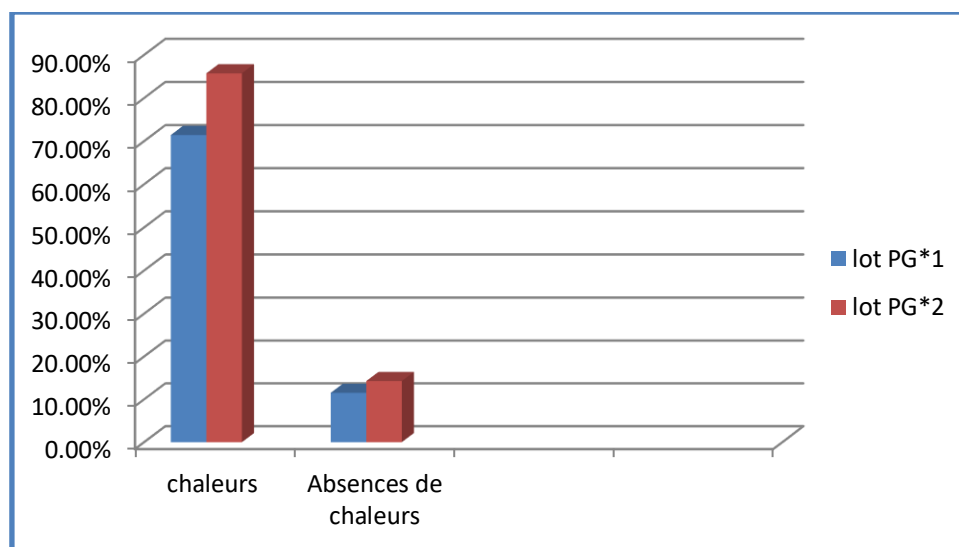
Tableau n°19 : Taux de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base de prostaglandines F2 α (unique et double injection).

f. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de prostaglandines F2 α sur des vaches cyclées et vérifié par « échographie » :

- Injection unique de PGF2 α *1 a révélée un taux d'apparition de chaleur de 71,42%.
- Une double injection de PGF2 α *2 à un intervalle allant de 11 à 14 jours a révélé un taux d'apparition de chaleur de 85,71%.
- La double injection de PGF2 α reste donc plus efficace par rapport à la simple injection.



Bien que le taux élevé d'apparition de chaleur du PG*1/PG*2 par rapport au protocole PRID®/CRESTAR®, le premier ne peut réussir que sur des vaches cyclées.



Histogramme n°10 : Taux de vaches observées en chaleur pour les vaches traitées à base de prostaglandines F2 α (unique et double injection).

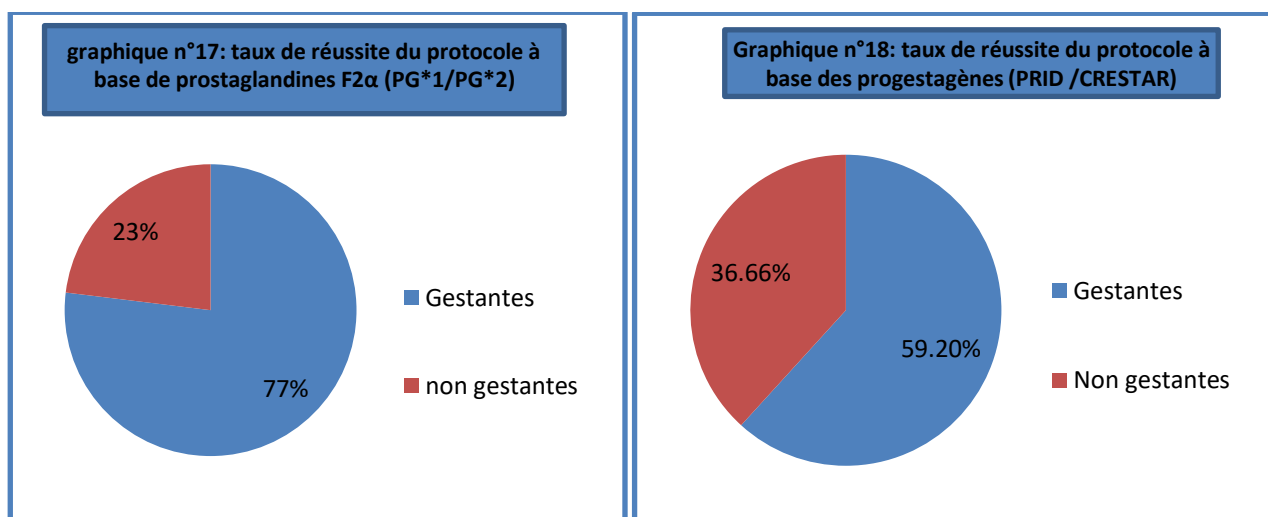
g. Taux de réussite du traitement de synchronisation : traitement à base de PGF2 α sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie»:

	Classes	Lot PG*1	Lot PG*2	Total
Réussite/échec du protocole	Réussite	N=4 (4/14) 28,57%	N=6 (6/14) 42,85%	10/14 71,42%
	Echec	N=2 (2/14) 14,28%	N=1 (1/14) 7,14	3/14 21,42%

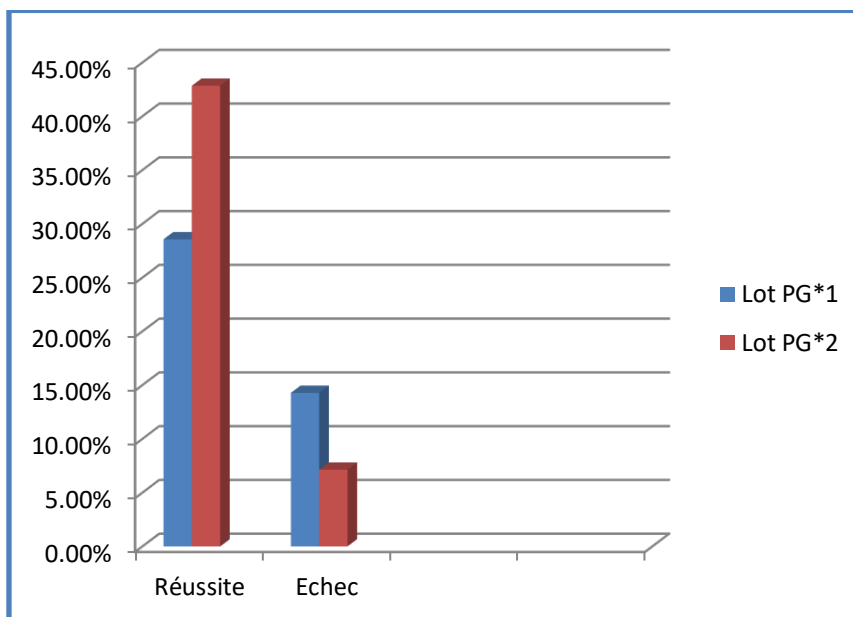
Tableau n°20 : taux de réussite du protocole à base de prostaglandines pour les 2 lots traités (unique et double injection) sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie».

h. Comparaison des taux de gestation sur les 2 lots traités à base de PGF2 α sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie»:

- Injection unique de PGF2 α PG*1 a révélé un taux de gestation de 28,57%.
- Une double injection de PGF2 α PG*2 à un intervalle allant de 11 à 14 jours a révélé un taux de gestation de 42,85%.
- La double injection de PGF2 α reste plus efficace par rapport à la simple injection.



Bien que le taux élevé de gestation du PG*1/PG*2 par rapport au protocole PRID®/CRESTAR®, le premier ne peut réussir que sur des vaches cyclées.



Histogramme n°11: taux de réussite du protocole à base de prostaglandines pour les 2 lots traités (unique et double injection) sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie».

III. Facteurs de variation de traitement de synchronisation des chaleurs :

1. Principe du test d'analyse de la variance effectué par le logiciel R :

L'analyse de la variance est la recherche de l'effet (variable explicative) d'un facteur sur une variable expliquée.

Elle se fait en 03 étapes :

- Lancer l'analyse de la variance avec la variable expliquée (ex : gestation) et le facteur explicative (ex : durée de traitement) ;
- Résumer les résultats de l'ANOVA ;
- S'il ya un effet significatif au seuil de 0,05, nous effectuons le test de **Tukey HSD** pour dire qu'elle est la durée la plus significative (prenant l'exemple si dessus de la durée de traitement comme facteur explicative).

Les sorties du logiciel ont été rapporté tel qu'elles sont en anglais pour ne pas tomber dans le risque de modification ou de trafic.

Le seuil de comparaison de l'analyse de la variance est : 0,05%

- Si p_r est inférieure ou égale à 0,05 : * significatif ;
- Si $p_r > 0,05$ non significatif ;
- Si $p_r \sim 0,05$: (.) presque significatif.

La fonction d'analyse de la variance a été rapportée telle qu'elle est en anglais selon la thématique du logiciel R.

2. L'analyse uni-variée :

- L'analyse de l'effet et de la durée de traitement et du produit utilisé pour la synchronisation à savoir (PRID, CRESTAR, PGF2^a) sur l'œstrus induit :
- **Produit utilisé (variable) et synchronisation(facteur)**

1. L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur l'apparition des chaleurs:

L'effet analysé	L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur l'apparition des chaleurs
Commandes du logiciel	<pre>read.table("prid.txt",header = T,sep = "\t",dec = ",") > plot(xx\$AC~xx\$P) > summary(aov(xx\$AC~xx\$P))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$P 1 0.817 0.8167 3.718 0.064 . Residuals 28 6.150 0.2196 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse nulle</pre>

La différence entre les 03 produits utilisés est presque significative, avec un seuil d'erreur de 6% qui est acceptable.

Le produit utilisé au traitement de synchronisation a légèrement influencé le taux d'apparition des chaleurs.

2. L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur l'œstrus induit suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes :

L'effet analysé	L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur l'œstrus induit suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$AC~xx\$RT) > summary(aov(xx\$AC~xx\$RT))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.03333 0.135 0.716 Residuals 28 6.933 0.24762 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</pre>

D'après l'ANOVA, la durée de traitement n'a pas eu d'effet significatif sur la gestation.

- L'analyse de l'effet et de la durée de traitement et du produit utilisé pour la synchronisation à savoir (PRID, CRESTAR, PGF2 α) sur l'œstrus induit :

3. L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> summary(aov(xx\$Gestation~xx\$P)) > plot(xx\$Gestation~xx\$P) ></pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$P 1 1.067 1.067 4.741 0.038 * Residuals 28 6.300 0.225 ---</pre> <p>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 30% qui est acceptable.</p>

Le seuil d'erreur est acceptable pour dire que la durée de traitement a un effet sur la synchronisation de l'œstrus.

4. L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur la gestation suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes :

L'effet analysé	L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur la gestation suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$RT) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RT))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.03333 0.127 0.724 Residuals 28 7.333 0.26190</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</p>

La durée de traitement n'a aucun effet sur la fertilité à l'œstrus induit.

5. L'effet combiné de la durée de traitement et de produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet combiné de la durée de traitement et de produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RT*xx\$P)) > plot(xx\$AC~xx\$RT*xx\$P) Hit <Return> to see next plot: summary(aov(xx\$AC~xx\$RT*xx\$P))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.0333 0.140 0.7115 xx\$P 1 1.067 1.0667 4.473 0.0442 * xx\$RT:xx\$P 1 0.067 0.0667 0.280 0.6015 Residuals 26 6.200 0.2385 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 40% qui est acceptable.</pre>

En essayant de trouver l'effet combiné de la durée de traitement et le produit utilisé sur l'apparition des chaleurs à l'ANOVA par le logiciel R, le seul effet significatif sur la synchronisation est le produit utilisé.

6. L'effet de la note d'état corporel sur l'œstrus induit par le traitement de synchronisation :

L'effet analysé	L'effet de la note d'état corporel sur l'œstrus induit par le traitement de synchronisation
Commandes du logiciel	<pre>> summary(aov(xx\$AC~xx\$NEC)) > plot(xx\$AC~xx\$NEC)</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$NEC 1 0.025 0.0251 0.101 0.753 Residuals 28 6.942 0.2479 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</pre>

La note d'état corporel n'a pas eu d'effet significatif sur l'œstrus induit.

7. L'effet de la note d'état corporel sur la gestation induite par le traitement de synchronisation :

L'effet analysé	L'effet de la note d'état corporel sur la gestation par le traitement de synchronisation
Commandes du logiciel	<pre>>plot(xx\$Gestation~xx\$NEC) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$NEC))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)</pre> <pre>xx\$NEC 1 0.013 0.01328 0.051 0.824</pre> <pre>Residuals 28 7.353 0.26262</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 80%.</p>

La note d'état corporel n'a pas eu un effet significatif sur la gestation.

➤ **Nombre de vêlages :**

8. L'effet du nombre de vêlages sur l'œstrus induit :

L'effet analysé	L'effet du nombre de vêlage sur l'œstrus induit
Commandes du logiciel	<pre>>plot(xx\$AC~xx\$NV) > summary(aov(xx\$AC~xx\$NV))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)</pre> <pre>xx\$NV 1 0.383 0.3829 1.629 0.212</pre> <pre>Residuals 28 6.584 0.2351</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 20%.</p>

Le nombre de vêlage n'a pas eu d'effet sur l'œstrus induit.

9. Effet du nombre de vêlages sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet du nombre de vêlage sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$NV) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$NV))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$NV 1 0.946 0.9456 4.123 0.0519 . Residuals 28 6.421 0.2293 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 5%.</p>

Suite au test de l'ANOVA, il s'est avéré que le nombre de vêlages influence légèrement le taux de gestation.

10. L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur l'œstrus :

L'effet analysé	L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur l'œstrus
Commandes du logiciel	<pre>plot(xx\$AC~xx\$IVT) summary(aov(xx\$AC~xx\$IVT))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$IVT 1 0.489 0.4890 2.114 0.157 Residuals 28 6.478 0.2313</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 15%.</p>

L'intervalle vêlage-traitement n'a pas eu un effet significatif sur l'œstrus induit.

11.L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$IVT) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$IVT)</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$IVT 1 1.503 1.5025 7.174 0.0122 * Residuals 28 5.864 0.2094 ---</pre> <p>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 1%.</p>

L'intervalle qui s'étend entre le vêlage et l'instauration du traitement de synchronisation a eu un effet considérable sur la gestation.

➤ Pathologies du post partum

12.Effet des pathologies du post partum sur l'œstrus induit

L'effet analysé	Effet des pathologies du post partum sur l'œstrus induit
Commandes du logiciel	<pre>plot(xx\$AC~xx\$PPP) summary(aov(xx\$AC~xx\$PPP))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$PPP 2 0.133 0.06667 0.263 0.77 Residuals 27 6.833 0.25309</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</p>

Les pathologies du post-partum n'ont eu aucun effet sur l'œstrus induit.

13.L'effet des pathologies du post partum sur la gestation :

L'effet analysé	Effet des pathologies du post partum sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> aov.out = aov(x\$Gestation~x\$PPP) > summary(aov.out)</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) x\$PPP 2 1.239 0.6195 2.84 0.07 . Residuals 41 8.943 0.2181 ---</pre> <p>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 7% qui est acceptable.</p>

L'ANOVA rapporte qu'il y'a eu un effet remarquable des pathologies du post partum sur la gestation.

Le test de « Tukey » nous aide a démontré la pathologie la plus redoutable.

```
> TukeyHSD(aov.out)
```

```
Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level
```

```
Fit: aov(formula = x$Gestation ~ x$PPP)
```

```
$`x$PPP`
```

```
      diff      lwr      upr      p adj
metrite-1 -0.5142857 -1.0572339 0.02866251 0.0665721
rp-1      -0.2142857 -0.8136843 0.38511289 0.6624529
rp-metrite 0.3000000 -0.4618223 1.06182233 0.6074822
```

D'après le test de « Tukey » s'est avéré que la métrite est la pathologie primaire responsable de la diminution de la fertilité chez la vache (seuil d'erreur de 6%).

14.Effet du type de vêlage sur l'œstrus induit :

L'effet analysé	Effet du type de vêlage sur l'œstrus induit															
Commandes du logiciel	<code>plot(xx\$AC~xx\$VED)</code> <code>summary(aov(xx\$AC~xx\$VED))</code>															
Résultat de l'ANOVA	<table> <thead> <tr> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$VED</td> <td>1</td> <td>0.082</td> <td>0.08205</td> <td>0.334</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>28</td> <td>6.885</td> <td>0.24588</td> <td>0.568</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 50 % qui n'est pas acceptable.</p>	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$VED	1	0.082	0.08205	0.334	Residuals	28	6.885	0.24588	0.568
Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)												
xx\$VED	1	0.082	0.08205	0.334												
Residuals	28	6.885	0.24588	0.568												

Le type de vêlage antécédent n'influe aucunement l'œstrus induit.

15.Effet du type de vêlage sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet du type de vêlage sur la gestation															
Commandes du logiciel	<code>> summary(aov(xx\$Gestation~xx\$VED))</code> <code>> plot(xx\$Gestation</code>															
Résultat de l'ANOVA	<table> <thead> <tr> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$VED</td> <td>1</td> <td>0.463</td> <td>0.4628</td> <td>1.877</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>28</td> <td>6.904</td> <td>0.2466</td> <td>0.182</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 10 % qui n'est pas acceptable.</p>	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$VED	1	0.463	0.4628	1.877	Residuals	28	6.904	0.2466	0.182
Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)												
xx\$VED	1	0.463	0.4628	1.877												
Residuals	28	6.904	0.2466	0.182												

Le type de vêlage antécédent n'a eu aucune n'influence sur la gestation.

➤ Race :

16. Effet de la race sur l'œstrus induit :

L'effet analysé	Effet du type de la race sur l'œstrus induit
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$AC~xx\$RACE) > summary(aov(xx\$AC~xx\$RACE))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RACE 2 0.630 0.3149 1.342 0.278 Residuals 27 6.337 0.2347</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 20 % qui n'est pas acceptable.</p>

La race n'a aucun effet sur l'œstrus induit.

17. Effet de la race sur la gestation :

L'effet analysé	Effet du type de la race sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$RACE) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RACE))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RACE 2 0.230 0.1149 0.435 0.652 Residuals 27 7.137 0.2643</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 60 % qui n'est pas acceptable.</p>

La race n'a eu aucun effet significatif sur la gestation.

18.Effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR ; PGF2 α) sur la gestation :

L'effet analysé	Effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR ; PGF2 α) sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> aov.out = aov(x\$Gestation~x\$P) Lancer l'ANOVA avec Gestation comme variable et P comme facteur > summary(aov.out) Résumer les résultats de l'ANOVA</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre> Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) x\$P 2 1.525 0.7623 3.61 0.036 * Residuals 41 8.657 0.2111 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Nous constatons qu'il y a un effet significatif au seuil 5 %.</pre>

On passe au test de « Tukey » pour dissocier l'effet de chaque produit.

<pre>> TukeyHSD(aov.out) Le test de Tukey nous aide à dissocier l'effet de chaque produit</pre>
<pre>Tukey multiple comparisons of means 95% family-wise confidence level Fit: aov(formula = x\$Gestation ~ x\$P) `x\$P` diff lwr upr p adj pg-crestar 0.48571429 0.02307960 0.9483490 0.0377709 prid-crestar 0.40000000 -0.03275512 0.8327551 0.0751097 prid-pg -0.08571429 -0.47507939 0.3036508 0.8544672</pre>

Suite à l'analyse de la variance du produit utilisé au traitement de synchronisation (PRID®, CRESTAR®, PGF2 α), il s'est avéré que l'effet est discutable seulement pour le produit CRESTAR®.

19.Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs :

L'effet analysé	Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs																														
Commandes du logiciel	<code>> aov(xx\$AC~xx\$IVT*xx\$NV)</code> <code>>summary(aov(xx\$AC~xx\$IVT*xx\$NV))</code>																														
Résultat de l'ANOVA	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$IVT</td> <td>1</td> <td>0.489</td> <td>0.4890</td> <td>2.198</td> <td>0.150</td> </tr> <tr> <td>xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.291</td> <td>0.2912</td> <td>1.309</td> <td>0.263</td> </tr> <tr> <td>xx\$IVT:xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.403</td> <td>0.4031</td> <td>1.812</td> <td>0.190</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>26</td> <td>5.783</td> <td>0.2224</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 15%</p>		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$IVT	1	0.489	0.4890	2.198	0.150	xx\$NV	1	0.291	0.2912	1.309	0.263	xx\$IVT:xx\$NV	1	0.403	0.4031	1.812	0.190	Residuals	26	5.783	0.2224		
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)																										
xx\$IVT	1	0.489	0.4890	2.198	0.150																										
xx\$NV	1	0.291	0.2912	1.309	0.263																										
xx\$IVT:xx\$NV	1	0.403	0.4031	1.812	0.190																										
Residuals	26	5.783	0.2224																												

L'analyse de la variance de l'effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et du nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs n'a eu aucun effet.

20.Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur la gestation :

L'effet analysé	Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur la gestation																																																												
Commandes du logiciel	<code>summary(aov(xx\$Gestation~xx\$IVT*xx\$NV))</code>																																																												
Résultat de l'ANOVA	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$IVT</td> <td>1</td> <td>1.503</td> <td>1.5025</td> <td>7.556</td> <td>0.0107</td> </tr> <tr> <td>*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.694</td> <td>0.6937</td> <td>3.489</td> <td>0.0731</td> </tr> <tr> <td>.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>xx\$IVT:xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.001</td> <td>0.0006</td> <td>0.003</td> <td>0.9583</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>26</td> <td>5.170</td> <td>0.1988</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>---</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 1%.</td> </tr> </tbody> </table>		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$IVT	1	1.503	1.5025	7.556	0.0107	*						xx\$NV	1	0.694	0.6937	3.489	0.0731	.						xx\$IVT:xx\$NV	1	0.001	0.0006	0.003	0.9583	Residuals	26	5.170	0.1988			---						Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 1%.					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)																																																								
xx\$IVT	1	1.503	1.5025	7.556	0.0107																																																								
*																																																													
xx\$NV	1	0.694	0.6937	3.489	0.0731																																																								
.																																																													
xx\$IVT:xx\$NV	1	0.001	0.0006	0.003	0.9583																																																								
Residuals	26	5.170	0.1988																																																										

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1																																																													
Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 1%.																																																													

L'analyse de l'effet combiné de l'IVT - NV combiné sur la gestation a montré qu'il y'a eu des effets significatifs de l'IVT seul et du NV seul ; la combinaison des deux n'a pas été significative au seuil de 0,05.

21. Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et des pathologies du post partum sur la gestation :

L'effet analysé	Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et des pathologies du post partum sur la gestation
Commandes du logiciel	<code>summary(aov(xx\$Gestation~xx\$IVT*xx\$PPP))</code>
Résultat de l'ANOVA	<pre> Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$IVT 1 1.503 1.5025 6.729 0.0159 * xx\$PPP 2 0.471 0.2355 1.055 0.3639 xx\$IVT:xx\$PPP 2 0.034 0.0170 0.076 0.9271 Residuals 24 5.359 0.2233 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 </pre>

L'analyse par ANOVA de l'effet combiné du PPP et de l'IVT sur la gestation a montré que le seul effet intervalle vêlage-traitement a été significatif.

22. Effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation :

L'effet analysé	Effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation :
Commandes du logiciel	<code>> plot(xx\$AC~xx\$RT*xx\$P)</code> <code>summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RT*xx\$P))</code>
Résultat de l'ANOVA	<pre> Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.0333 0.140 0.7115 xx\$P 1 1.067 1.0667 4.473 0.0442 * xx\$RT:xx\$P 1 0.067 0.0667 0.280 0.6015 Residuals 26 6.200 0.2385 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 -Pr = Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 4% qui est acceptable. </pre>

- En essayant de trouver l'effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé sur l'apparition des chaleurs à l'ANOVA par le logiciel R, le seul effet significatif sur la synchronisation a été le produit utilisé (PRID® /CRESTAR®).

RESULTATS

I. Traitement des données :

Les données concernant les 06 lots ont été saisies sous forme d'un tableau sous Excel®. Dans un premier temps, les intervalles suivants ont été calculés afin de vérifier la cohérence des données et le respect du protocole :

- Intervalle vêlage – pose,
- Intervalle retrait – apparition des chaleurs,
- Intervalle retrait – échographie,

La comparabilité des six lots a été vérifiée sur les variables race, rang de vêlage, condition de vêlage, intervalle vêlage-pose, note d'état corporel.

Les variables qui ont été prises en compte dans l'analyse sont présentées dans le tableau suivant :

BLOCS	VACHES	RACE	NEC ¹	NV ²	PARITE
B1:10	v1 :4	brunealpes: 1	Min. :1.80	Min. :1.000	M:19
B2: 5	V2 :4	pienoir :19	1st Qu.:2.50	1st Qu.:1.000	P:11
B3:10	V3 :4	pierouge :10	Median :2.80	Median :2.000	
B4: 5	V4 :4		Mean :2.68	Mean :2.067	
	V5 :4		3rd Qu.:2.80	3rd Qu.:3.000	
	V10 :2		Max. :3.20	Max. :4.000	
	(Other):8				
IVT ³	AC ⁴	IRC ⁵	Int		
Min. : 55.00	Min. :0.0000	Min. : 0.0	Min. :0.0		
1st Qu.: 60.00	1st Qu.:0.0000	1st Qu.: 0.0	1st Qu.:0.0		
Median : 61.50	Median :1.0000	Median :24.0	Median :0.0		
Mean : 73.63	Mean :0.6333	Mean :26.4	Mean :0.8		
3rd Qu.: 95.00	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:48.0	3rd Qu.:0.0		
Max. :110.00	Max. :1.0000	Max. :48.0	Max. :6.0		
Gestation	PPP ⁶	VED ⁷	RT ⁸	P ⁹	
Min. :0.0000	1 :24	D: 4	Min. :11.0	crestar:10	
1st Qu.:0.0000	metrite: 4	E:26	1st Qu.:11.0	prid :20	
Median :1.0000	rp : 2		Median :12.5		
Mean :0.5667			Mean :12.5		
3rd Qu.:1.0000			3rd Qu.:14.0		
Max. :1.0000			Max. :14.0		

Tableau n° 6 : Tableau descriptif des variables explicatives et expliquées traité par le logiciel R.

¹- Note d'état corporel.

²- nombre de vêlage.

³- intervalle vêlage-traitement.

⁴- Apparition des chaleurs.

⁵- Intervalle retrait –chaleur

⁶- pathologie post-partum.

⁷- vêlage eutocique /dystocique.

⁸- durée de traitement.

⁹- produit utilisé pour la synchronisation(PRID®/CRESTAR®/ PROSTAGLANDINESF2 α).

Min : minimum

1st Qu : first quartil (1^{er} quartile)

Median: median

Mean : moyenne

3rd QU : third quartil (3^{ème} quartile)

Max: maximum

1. Les variables prises en compte dans l'analyse statistique :

- Lot : Bloc.

- vaches : nombre de vaches constituant chaque bloc ou « lot ».

a. Variables explicatives :

- Race.

- Parité : primipares et multipares.

- Nombre du vêlage en 4 classes 1 seul 2,3 et 4 vêlages.

- Condition de vêlage en 2 classes : sans aide, avec aide.

- les pathologies post-partum en 3 classes : Rétention placentaire, métrite et aucune pathologie.

- Note d'état corporel à la pose en classes (<2,5 ; >2,5).

- Intervalle vêlage-pose de l'implant en 2 classes (< 90 j ; >90j).

- RT : durée du traitement.

- P : produit utilisé pour la synchronisation.

b. Variables expliquées :

- Synchronisation « AC » : apparition des chaleurs ».

- Gestation par échographie.

Une analyse sur les données a préalablement été réalisée (minimum, 1^{er} quartile, répartition, médiane, 3^{ème} quartiles et maximum) en fonction de la parité et de la race.

2. Description de l'échantillon :

Au total, 44 vaches ont été recrutées, réparties dans 04 principaux élevages différents. Certains animaux auraient du être exclus pour les raisons suivantes :

- NEC à la pose < 2.5 (1 femelle).

- Présence de pathologies du post partum (9 femelles).

Ces femelles ont été incluses dans l'analyse, vu les faibles effectifs concernés. Après vérification de la cohérence des données et du calcul des différents intervalles. L'analyse a donc porté sur 44 vaches issues de 04 élevages (27 **Prime**

Holstein, 15 Montbéliarde et **02 Brune des Alpes**) qui respectaient les critères d'inclusion et d'exclusion, à savoir :

- Intervalle vêlage - pose compris entre 50 et 110 jours.
- Intervalle pose - retrait compris entre 11 et 14 jours avec 48 heures de délai entre la prostaglandine et le retrait.
- Données de cyclicité et de gestation exploitables.

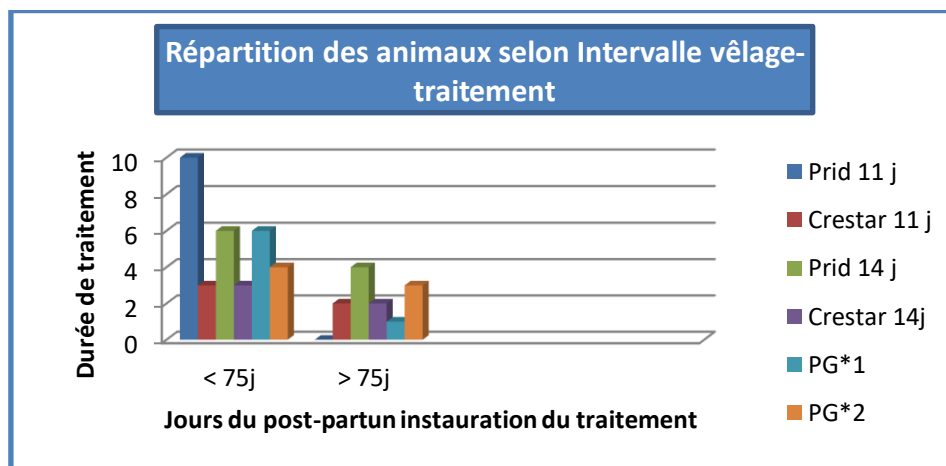
Les lots PRID® (11 et 14 jours) et CRESTAR® (11 et 14 jours) ont été composés respectivement de 10 et 05 vaches, à savoir 20 vaches pour les lots PRID® et 10 vaches pour le lot CRESTAR®.

3. Répartition des animaux selon Intervalle vêlage- début du traitement progestérone :

Parmi les 44 vaches primipares et multipares de l'expérimentation, 32 ont été traitées moins de 75 jours après vêlage et 7 plus de 110 jours après vêlage. Les 12 autres ont été traitées entre 75 et 110 jours post-vêlage (Figure).

	PRID®11 j	CRESTAR® 11 j	PRID® 14 j	CRESTAR® 14j	PG*1	PG*2
< 75j	10	3	6	3	6	4
> 75j	0	2	4	2	1	3

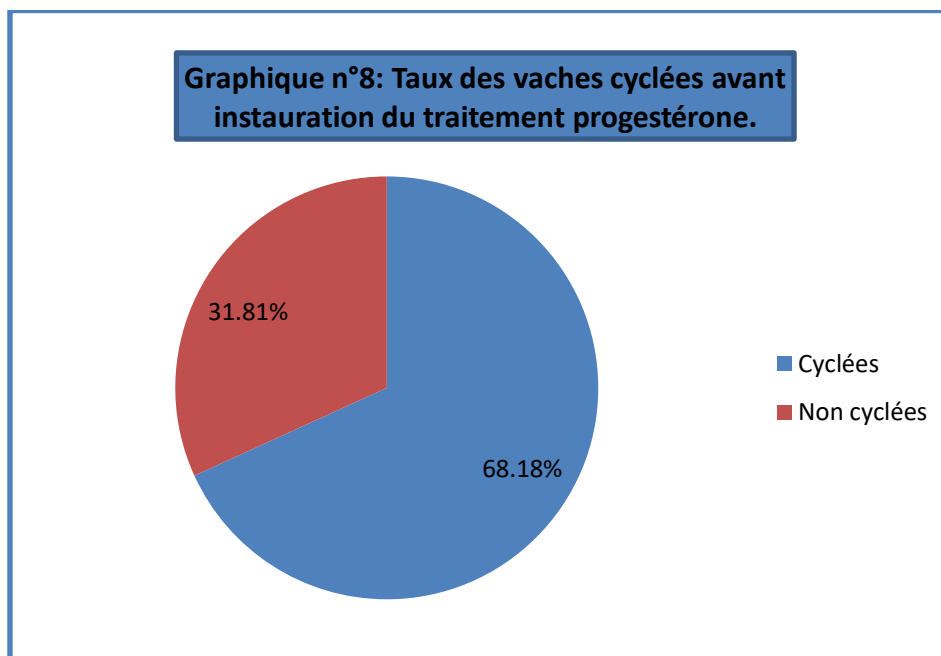
Tableau n° 7: Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage- début du traitement progestérone.



Histogramme n° 3: Répartition des animaux selon l'intervalle vêlage-traitement.

4. Cyclicité avant traitement :

Parmi les animaux de l'expérimentation, 30 femelles étaient cyclées et 14 non cyclées. Le taux de cyclicité était de 31.81 %.



II. Description de la base des données

1. Synthèse des données individuelles :

Variables	Moyenne	Ecart type	Minimum	maximum	N
NEC à la pose	2,7	0,3	1,8	3,2	44
Intervalle vèlage-début du Traitement progestagène (j)	72,27	16,98	55	110	44

Tableau n° 8: description des variables quantitatives (note d'état corporel et l'intervalle vèlage-traitement).

Cette expérimentation a été faite moyennant un cheptel de 44 vaches et sur un intervalle de temps entre vèlage et traitement étalé sur une durée moyenne de 72 jours.

L'évaluation de la note d'état corporel des vaches a été faite suivant la grille de Baril en collaboration avec un autre collègue vétérinaire praticien (Dr Menad Djilali).

La note moyenne a été de : 2,7
 L'Ecart type a été de : 0,3
 La note minimale a été de : 1,8
 La note maximale a été de : 3,2

Paramètres étudiés		Nombre	Pourcentage
Races	Prime Holstein	27	61,36 %
	Montbéliarde	15	34,09 %
	Brune des Alpes	02	04,54 %
Rang de vêlage	Primipare	20	45,45 %
	Multipare	24	54,54 %
Conditions de vêlage	Eutocique	38	86,36 %
	Dystocique	06	13,64 %
Note d'état corporel	<2,5	02	04,54 %
	≥2,5	42	95,45 %
Intervalle vêlage-TRT	< 75j	29	03,41 %
	≥ 75j	15	65,91 %
Pathologies post-partum	Rétention placentaire	04	0,91 %
	Métrite	05	11,36 %
	Aucune pathologie	35	79,54 %

Tableau n° 9: description des paramètres étudiés.

Variable	Moyenne	Ecart type	Valeur minimale	Valeur maximale
Intervalle vêlage – traitement (en jours)	72,27	16,89	55	110
Intervalle retrait du progestatif-apparition de chaleurs	54,4	67,88	24	48
INT	1,06	49,35	0	34
Nombre de vêlage	1,93	3	1	4
Note d'état corporel	2,67	0,26	1,8	3,2
Apparition des chaleurs	0,68	0,47	0	1
Gestation	0,63	49,35	0	24

Tableau n° 10: Analyse descriptive de quelques variables quantitatives concernant les vaches des 06 lots (N=44).

2. Comparabilité des lots :

		PRID® 11jours	PRID® 14 jours	CREST AR®11 jours	CRESTAR ®14 jours	PG x 1	PG x 2
Race	Prime Holstein	8	8	4	4	4	4
	Montbéliarde	8	2	1	1	2	3
	Brune des Alpes	1	0	0	0	1	0
Rang de vêlage	Primipare	5	5	3	5	2	4
	Multipare	5	4	2	0	5	3
Conditions de vêlage	eutocique	10	10	2	5	7	5
	dystocique	0	0	3	0	0	2
Pathologies post-partum	rétenion placentaire	0	0	1	1	0	2
	métrite	1	2	1	0	0	1
	aucune pathologie	9	8	3	4	7	5
Note d'état corporel	< à 2,5	0	0	1	0	1	0
	≥ à 2,5	10	10	4	5	6	7
L'intervalle vêlage-traitement	< 75 jours	10	6	3	2	5	6
	>75 jours	0	4	2	3	2	1
		84,73±0,7 0	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10	72,27 ±70,10
Apparition des chaleurs	Chaleurs	7(15,91%)	8(18,18%)	3(6,82%)	1(2,27%)	5(11,36%)	6(13,63%)
	Absence de chaleurs	3(6,82%)	2(4,54%)	2(4,54%)	4(9,09%)	2(4,54%)	1(2,27%)
Gestation	Gravide	7(15,91%)	7(15,91%)	2(4,54%)	1(2,27%)	4(9,09%)	6(13,63%)
	vide	3(6,82%)	2(4,54%)	2(4,54%)	4(9,09%)	2(4,54%)	1(2,27%)

Tableau n°11 : Comparabilité des six lots pour les variables qualitatives et quantitatives (N=44).

a. Résultats du PRID® (courte et longue durée) :

La différence entre les deux lots de traitement (de courte 11 jours et longue durée 14 jours) synchronisés avec le PRID® reste légitime proche dont les pourcentages d'apparition de chaleurs variant entre 16 et 18% et les résultats de gestation sont similaires avec des durées différentes ; d'où probablement d'autres facteurs pouvant influencer les résultats, entre autre : la note d'état corporel, l'intervalle vêlage- début de traitement, rang de vêlage, pathologies du post-partum qui seront étudiés par la suite en utilisant le test d'analyse de la variance par le logiciel R.

b. Résultats du CRESTAR® (courte et longue durée) :

Cependant, s'agissant du traitement (longue et courte durée) avec l'implant auriculaire CRESTAR®, le résultat obtenu concernant l'apparition des chaleurs est de 3% pour le traitement longue durée et d'environ 7% pour le traitement de courte durée ; concernant les pourcentages de gestation, ils restent dérisoires et varient entre 2% pour le traitement de courte durée (11jours) et 4% pour le traitement de longue durée (14 jours).

c. Résultats du traitement à base de prostaglandines :

En ce qui concerne ce dernier protocole avec apport d'une injection unique ou double de PGF2 α (à 11 jours d'intervalle), sur des vaches confirmées cyclées par examen échographique « mise en état de la cyclicité ovarienne avant traitement », les résultats sont variables entre 9 et 14% concernant la gestation et les deux lots sont considérés comparables pour les résultats de synchronisation dont les résultats sont respectivement de 11% pour l'injection unique et de 13% pour l'injection double de PGF2 α .

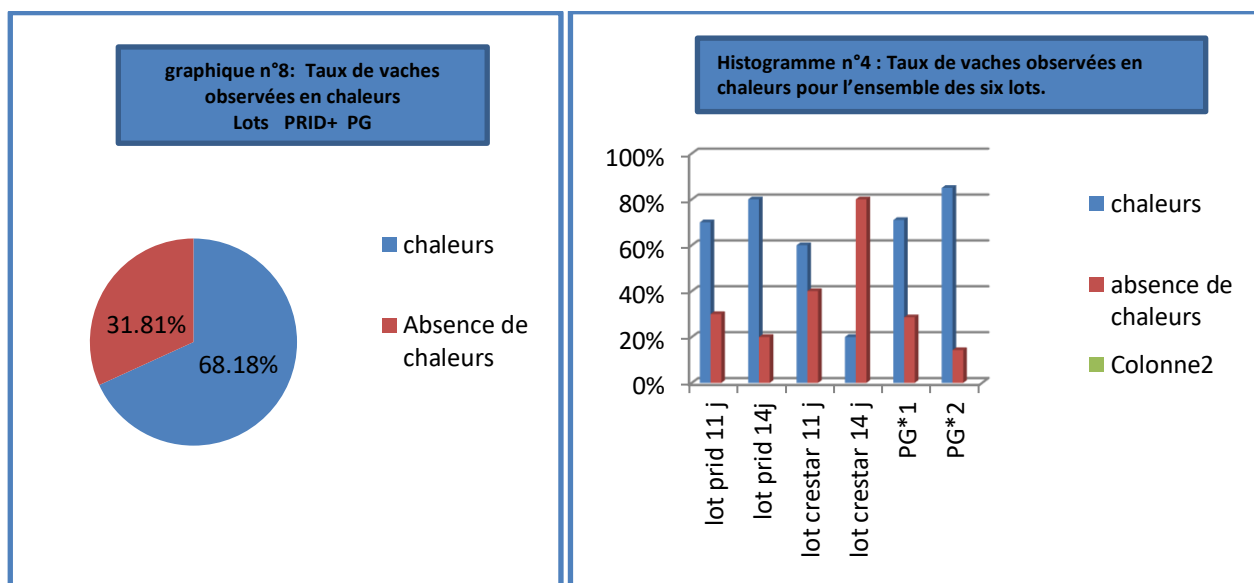
3. Taux de vaches observées en chaleurs et résultats de reproduction à l'issue des protocoles de synchronisation des chaleurs

a. Taux de vaches observées en chaleurs :

	Classes	Effectif (Pourcentage)						Total
		Lot PRID®11j	Lot PRID®14j	Lot CRESTAR® 11 j	Lot CRESTAR® 14 j	Lot PG*1	Lot PG*2	
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N= 7 (7/10) 70%	N=8 (8/10) 80%	N=3 (3/5) 60%	N=1 (1/5) 20%	N=5 (5/7) 71%	N=6 (6/7) 85%	30/44 68,18%
	Absences de chaleurs	N=3 (3/10) 30%	N=2 (2/10) 20%	N=2 (2/5) 40%	N=4 (4/5) 80%	N=2 (2/7) 28,57%	N=1 (1/7) 14,28%	14/44 31,81%

Tableau n° 12: Taux de vaches observées en chaleurs pour chaque lot (N=44)

1. Lot PRID®



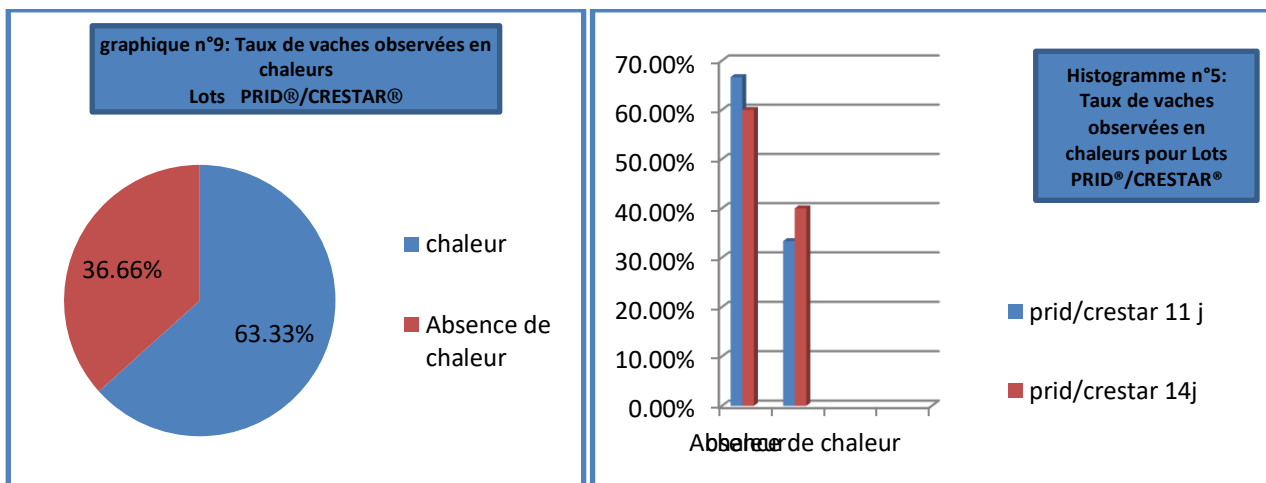
b. Taux de chaleurs pour les vaches observées en chaleur pour le traitement progestatif de courte et longue durée.

	Classes	Lot PRID®/CRESTAR® 11j	Lot PRID®/CRESTAR® 14j	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N= 10 (10/15) 66,66%	N=9 (9/15) 60%	19/30 63,33 %
	Absences de chaleurs	N=5 (5/15) 33,33%	N=6 (6/15) 40%	6/30 36,66%

Tableau n°13: Taux de vaches observées en chaleurs pour les lots synchronisés à base de progestagènes.

c. Comparaison des taux d'apparition des chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et CRESTAR à 2 durée différentes 14 et 11 jours :

Le taux d'apparition des chaleurs pour les 2 lots PRID® et CRESTAR® jumelés à 11 jours sur un nombre de 15 vaches. S'agissant des 2 lots PRID® et CRESTAR®, le résultat de la durée à 11 jours a été de 66,6%, et celui de 14 jours a été de 60%. L'ensemble du traitement à base de progestagènes a pu synchroniser un taux de 63,33% et une moyenne 68,18. Il en résultat que le traitement à base de progestagène à courte durée reste plus efficace que celui de longue durée en matière de synchronisation d'œstrus.



Taux de vaches observées en chaleurs pour Lots PRID®/CRESTAR®

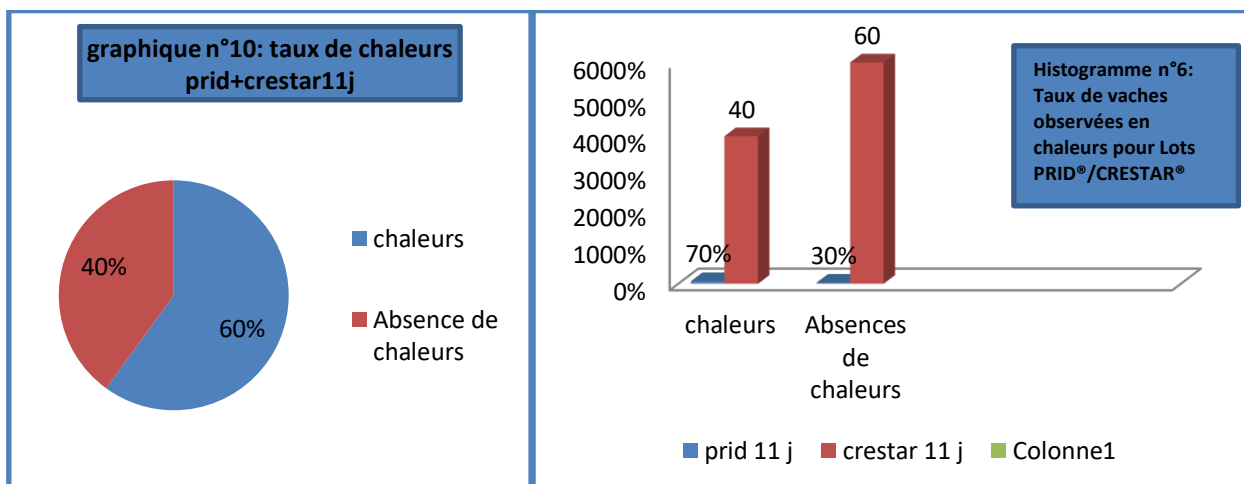
	Classes	Lot PRID® 11 j	Lot CRESTAR®11 j	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N=7 (7/10) 70 %	N=2 (2/5) 40%	9/15 60%
	Absences de chaleurs	N=3 (3/10) 30%	N=3 (3/5) 60%	6/15 40%

Tableau n°14: Nombre de vaches observé en chaleur pour les vaches traités à base des progestagènes pour une courte durée de 11 jrs.

d. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et CRESTAR à une durée de 11 jours :

Le taux d'apparition des chaleurs pour le lot PRID® est de 70% et CRESTAR® est de 40% sur un nombre de 15 vaches. Il en résultat que le traitement de courte durée à base de PRID® reste plus efficace que celui de CRESTAR® en terme de synchronisation d'œstrus.

NB : Le résultat du CRESTAR® reste insignifiant du fait du refus des éleveurs de nous laisser expérimenter l'usage de l'implant sur leurs cheptels.



Nombre de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base des progestagènes pour une longue durée de 14 jrs (PRID® et CRESTAR®).

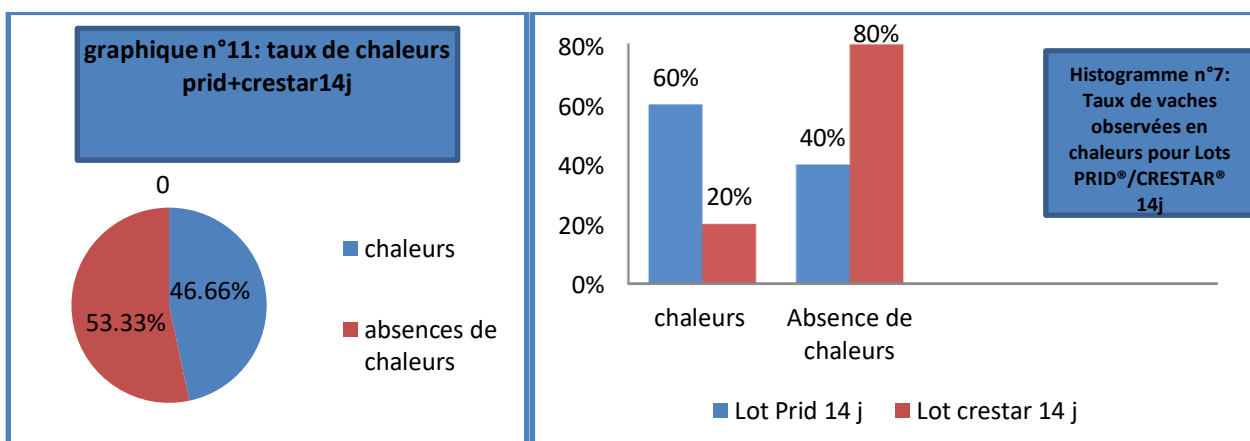
	Classes	Lot PRID® 14 j	Lot CRESTAR®14 j	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N=6 (6/10) 60 %	N=1 (1/5) 20%	7/15 46,66%
	Absences de chaleurs	N=4 (4/10) 40%	N=4 (4/5) 80%	8/15 53,33%

Tableau n°15 : Taux de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base des progestagènes pour une longue durée de 14 jrs (PRID® et CRESTAR®).

e. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de progestagènes à savoir le PRID et le CRESTAR pour une durée de 14 jours :

Le taux d'apparition des chaleurs pour le lot PRID® a été de 60% et pour le CRESTAR®, il a été de 20% sur un nombre de 15 vaches. Il en résulte que le traitement longue durée à base de PRID® reste plus efficace que celui de CRESTAR® en terme de synchronisation d'œstrus.

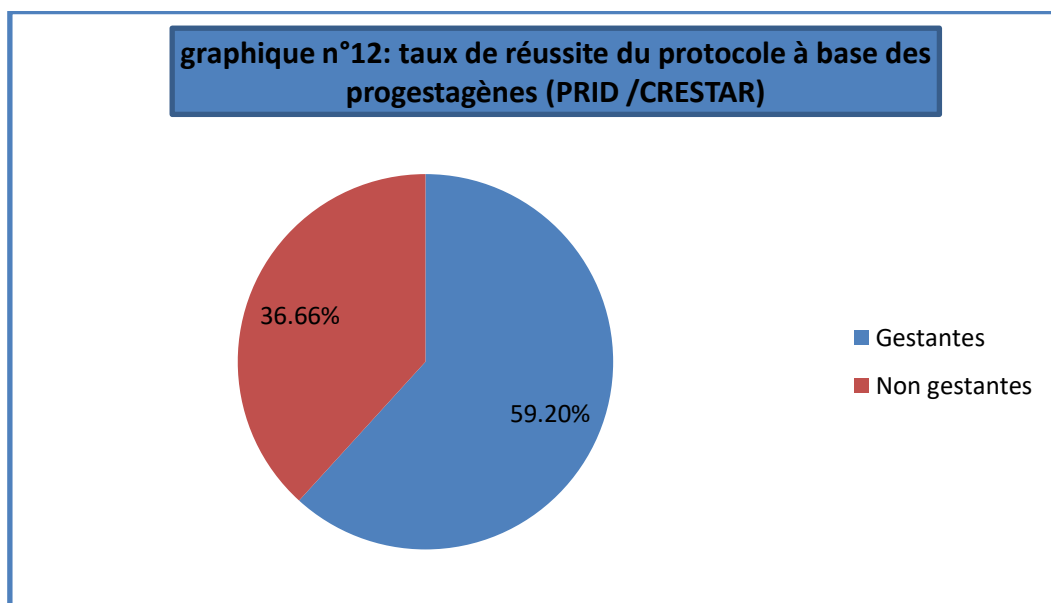
NB : Le résultat du CRESTAR® reste insignifiant du fait du refus des éleveurs de nous laisser pratiquer l'usage des implants sur leurs animaux.



4. Evaluation de la réussite des protocoles de synchronisation des chaleurs

	Classes	Effectif (pourcentages)				
		Lot PRID® 11j	Lot PRID® 14j	Lot CRESTAR ® 11 j	Lot CREST AR® 14 j	Total
Réussite/ échec du protocole	Réussite	N= 7 (7/30) 23%	N=7 (7/30) 23%	N=2 (2/30) 6,66%	N=1 (1/30) 3.33%	N=17 17/30 59,2%
	Echec	N=3 (3/30) 10%	N=2 (2/30) 6,66%	N=2 (2/30) 6,66%	N=4 (4/30) 13,33%	11/30 36,66 %

Tableau n°16 : Taux de réussite du protocole de synchronisation des chaleurs pour chacun des lots traité à base de progestagènes.



a. Comparaison des taux de réussites des protocoles expérimentés sur les 4 lots traités à base de progestagènes, à savoir le PRID et l'Implant Auriculaire CRESTAR pour deux durées différentes (14 et 11 jours) :

Quel que soit la durée du traitement par la progestérone (courte ou longue), le résultat a été de 23% de vaches gestantes pour les 2 lots PRID® à 11 et 14 jours sur un nombre de 30 vaches.

S'agissant du lot CRESTAR®, le résultat de la durée à 11 jours a été de 6,66% et celui de 14 jours a été de 3,33%.

De fait accomplis, l'allongement de la durée du traitement diminue de l'efficacité de ce dernier.

De même, nous ne pouvons pas statuer sur le second traitement, du fait de la faiblesse de la taille de notre échantillon, pour refus de collaboration des éleveurs dans notre expérimentation.

Le traitement à base de progestagènes reste positif, avec un taux proche de 60% pour la courte et la longue durée de traitement.

Le taux de réussite a été de 30% pour la courte durée de traitement, et de 27% pour la longue durée.

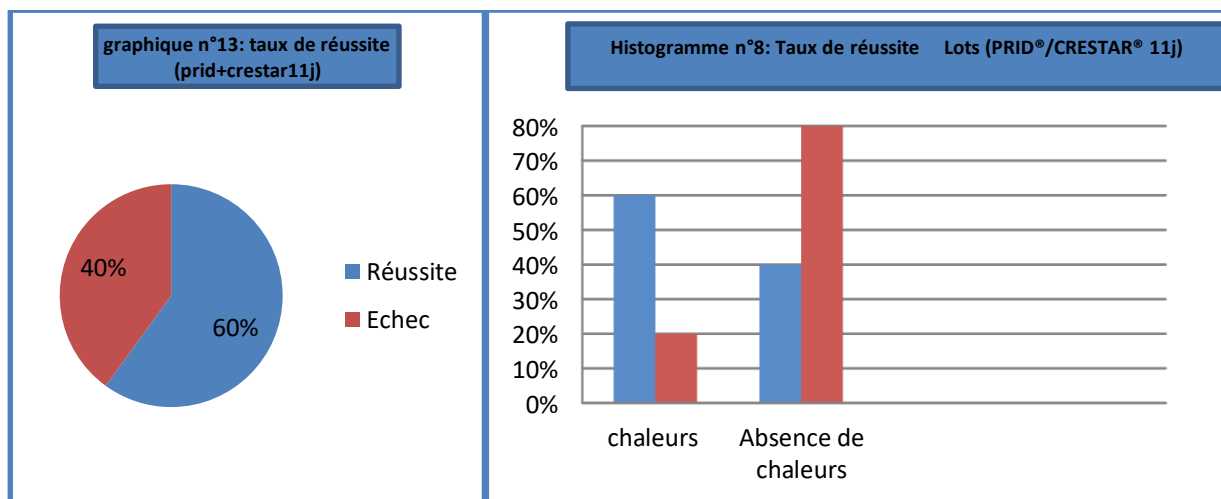
b. Taux de réussite de traitement de synchronisation ; traitement à base de progestagènes de courte durée 11 jours (PRID® et CRESTAR®).

	Classes	Lot PRID® 11 j	Lot CRESTAR® 11 j	Total
Réussite/ échec	Réussite	N=7 (7/10) 70 %	N=2 (2/5) 40%	9/15 60%
	Echec	N=3 (3/10) 30%	N=3 (3/5) 60%	6/15 40%

Tableau n°17 : Taux de réussite de traitement de synchronisation ; traitement à base de progestagènes de courte durée 11 jours (PRID® et CRESTAR®).

c. Comparaison des taux de réussites des protocoles expérimentés sur les 2 lots traités à base de progestagènes, à savoir le PRID® et l'Implant Auriculaire CRESTAR®, de deux durées différentes de traitement, à savoir 11 et 14 jours :

Quel que soit la durée du traitement de courte ou longue durée de progestérone, le résultat a été de 70% de vaches gestantes pour le lot PRID® et 40% pour le CRESTAR®, pour 11 jours de traitement, sur un nombre de 15 vaches.



d. Taux de réussite de traitement de synchronisation : traitement de longue durée (14 jours), à base de progestagènes (PRID® et CRESTAR®).

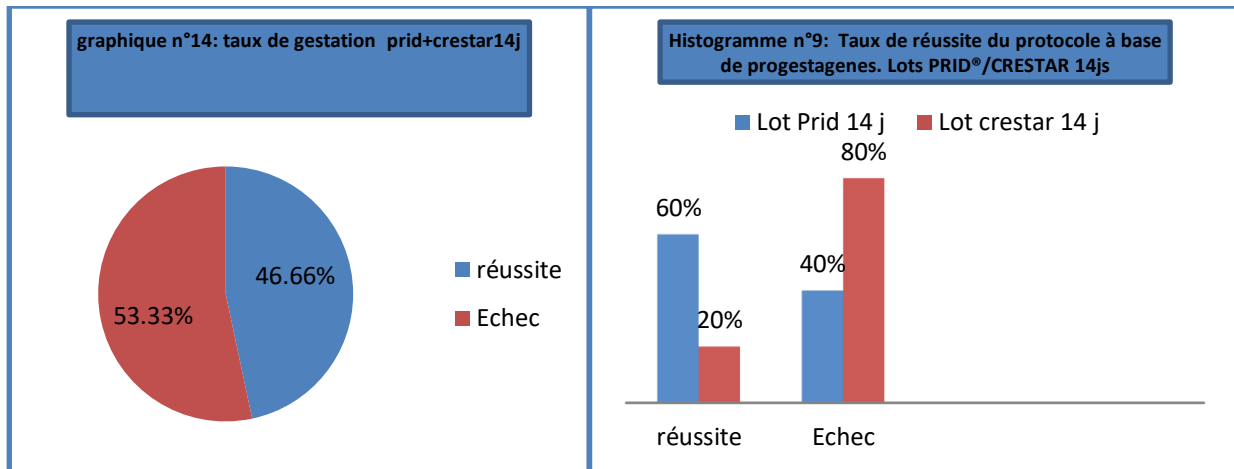
	Classes	Lot PRID® 14 j	Lot CRESTAR® 14 j	Total
Réussite/ échec	Réussite	N=6 (6/10) 60 %	N=1 (1/5) 20%	7/15 46,66%
	Echec	N=4 (4/10) 40%	N=4 (4/5) 80%	8/15 53,33%

Tableau n°18 : Taux de réussite de traitement de synchronisation : traitement de longue durée (14 jours), à base de progestagènes (PRID® et CRESTAR®).

En comparant le taux de gestation après traitement au PRID® pendant 14 et 11 jours, nous avons remarqué que celui de 14 jours dépasse celui de 11 jours de 10%.

En ce qui concerne le taux de gestation obtenu après un traitement au CRESTAR® - pendant 14 et 11 jours, nous avons relevé que le traitement de 14 jours a donné un résultat inférieur à celui de 11 jours (20% de moins).

Du fait du manque à gagner en terme de temps, la durée du traitement de 14 jours est peut signifiante devant celle de 11 jours pour le PRID® pour l'échantillon expérimenté.



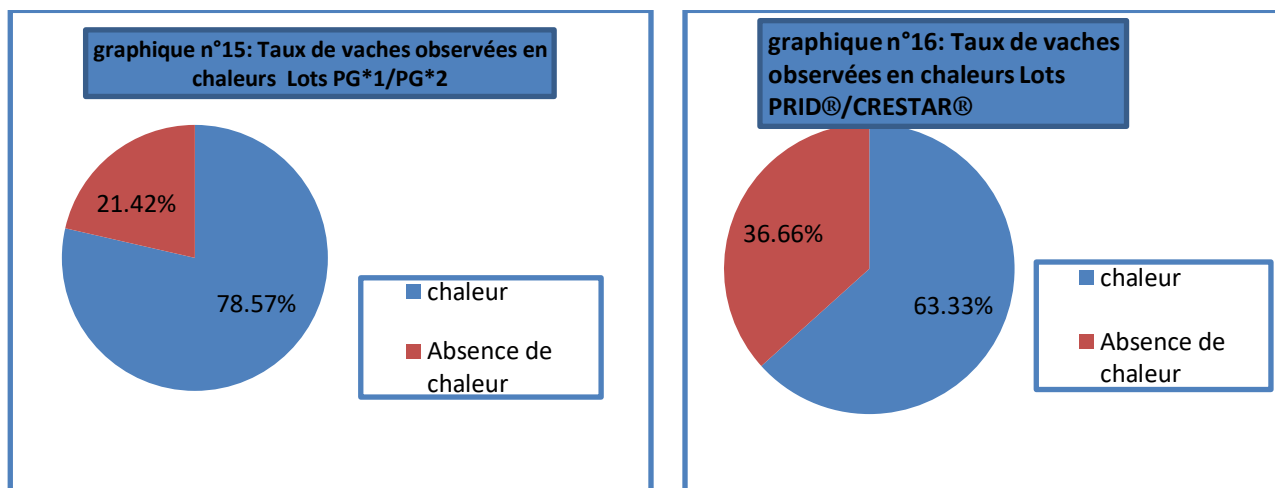
e. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de prostaglandines F2 α sur des vaches cyclées et vérifié par « échographie » :

	Classes	Lot PG*1	Lot PG*2	Total
Présence ou absence de chaleurs	Chaleurs	N=5 (5/7) 71,42%	N=6 (6/7) 85,71%	11/14 78,57%
	Absences de chaleurs	N=2 (2/7) 11,51%	N=1 (1/7) 14,28%	3/14 21,42%

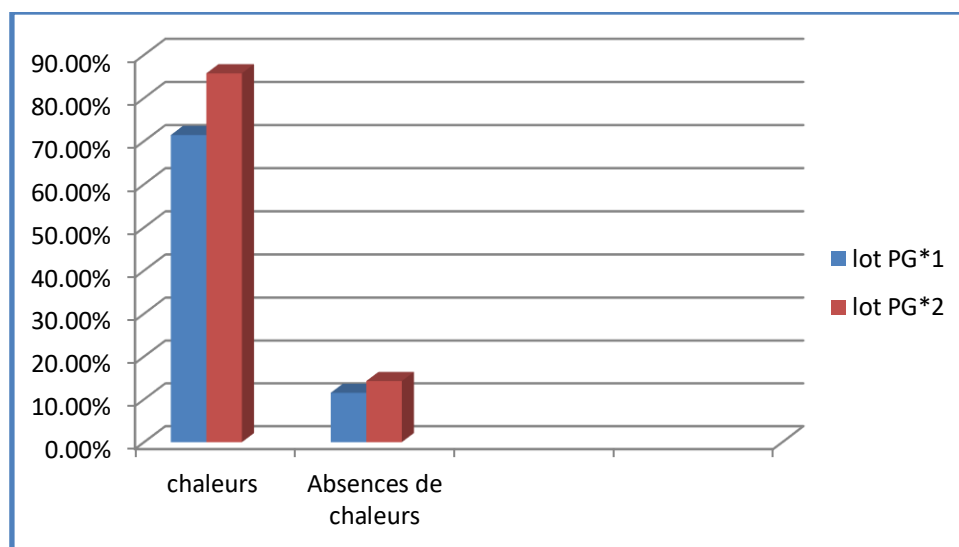
Tableau n°19 : Taux de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base de prostaglandines F2 α (unique et double injection).

f. Comparaison des taux d'apparition de chaleurs sur les 2 lots traités à base de prostaglandines F2 α sur des vaches cyclées et vérifié par « échographie » :

- Injection unique de PGF2 α *1 a révélée un taux d'apparition de chaleur de 71,42%.
- Une double injection de PGF2 α *2 à un intervalle allant de 11 à 14 jours a révélé un taux d'apparition de chaleur de 85,71%.
- La double injection de PGF2 α reste donc plus efficace par rapport à la simple injection.



Bien que le taux élevé d'apparition de chaleur du PG*1/PG*2 par rapport au protocole PRID®/CRESTAR®, le premier ne peut réussir que sur des vaches cyclées.



Histogramme n°10 : Taux de vaches observées en chaleur pour les vaches traités à base de prostaglandines F2 α (unique et double injection).

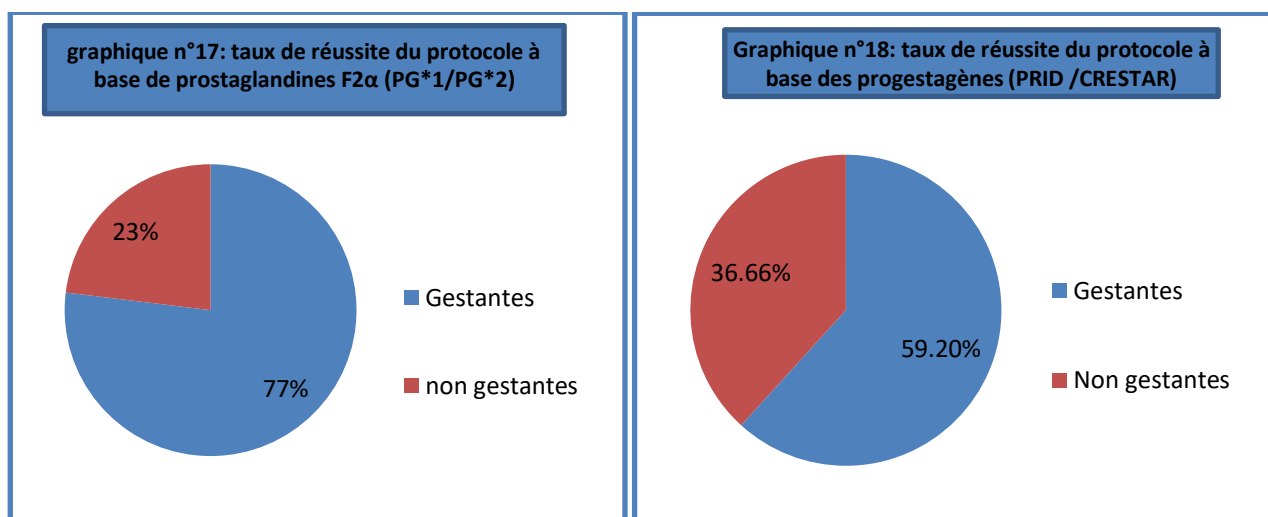
g. Taux de réussite du traitement de synchronisation : traitement à base de PGF2 α sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie»:

	Classes	Lot PG*1	Lot PG*2	Total
Réussite/échec du protocole	Réussite	N=4 (4/14) 28,57%	N=6 (6/14) 42,85%	10/14 71,42%
	Echec	N=2 (2/14) 14,28%	N=1 (1/14) 7,14	3/14 21,42%

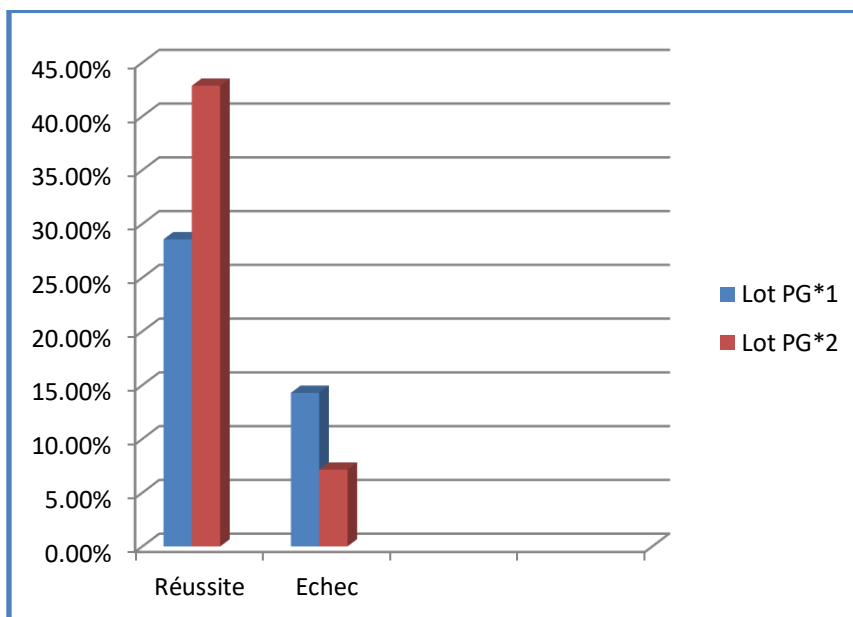
Tableau n°20 : taux de réussite du protocole à base de prostaglandines pour les 2 lots traités (unique et double injection) sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie».

h. Comparaison des taux de gestation sur les 2 lots traités à base de PGF2 α sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie»:

- Injection unique de PGF2 α PG*1 a révélé un taux de gestation de 28,57%.
- Une double injection de PGF2 α PG*2 à un intervalle allant de 11 à 14 jours a révélé un taux de gestation de 42,85%.
- La double injection de PGF2 α reste plus efficace par rapport à la simple injection.



Bien que le taux élevé de gestation du PG*1/PG*2 par rapport au protocole PRID®/CRESTAR®, le premier ne peut réussir que sur des vaches cyclées.



Histogramme n°11: taux de réussite du protocole à base de prostaglandines pour les 2 lots traités (unique et double injection) sur des vaches cyclées et vérifiées par «échographie».

III. Facteurs de variation de traitement de synchronisation des chaleurs :

1. Principe du test d'analyse de la variance effectué par le logiciel R :

L'analyse de la variance est la recherche de l'effet (variable explicative) d'un facteur sur une variable expliquée.

Elle se fait en 03 étapes :

- Lancer l'analyse de la variance avec la variable expliquée (ex : gestation) et le facteur explicative (ex : durée de traitement) ;
- Résumer les résultats de l'ANOVA ;
- S'il ya un effet significatif au seuil de 0,05, nous effectuons le test de **Tukey HSD** pour dire qu'elle est la durée la plus significative (prenant l'exemple si dessus de la durée de traitement comme facteur explicative).

Les sorties du logiciel ont été rapporté tel qu'elles sont en anglais pour ne pas tomber dans le risque de modification ou de trafic.

Le seuil de comparaison de l'analyse de la variance est : 0,05%

- Si p_r est inférieure ou égale à 0,05 : * significatif ;
- Si $p_r > 0,05$ non significatif ;
- Si $p_r \sim 0,05$: (.) presque significatif.

La fonction d'analyse de la variance a été rapportée telle qu'elle est en anglais selon la thématique du logiciel R.

2. L'analyse uni-variée :

- L'analyse de l'effet et de la durée de traitement et du produit utilisé pour la synchronisation à savoir (PRID, CRESTAR, PGF2^a) sur l'œstrus induit :
- **Produit utilisé (variable) et synchronisation(facteur)**

1. L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur l'apparition des chaleurs:

L'effet analysé	L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur l'apparition des chaleurs
Commandes du logiciel	<pre>read.table("prid.txt",header = T,sep = "\t",dec = ",") > plot(xx\$AC~xx\$P) > summary(aov(xx\$AC~xx\$P))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$P 1 0.817 0.8167 3.718 0.064 . Residuals 28 6.150 0.2196 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse nulle</pre>

La différence entre les 03 produits utilisés est presque significative, avec un seuil d'erreur de 6% qui est acceptable.

Le produit utilisé au traitement de synchronisation a légèrement influencé le taux d'apparition des chaleurs.

2. L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur l'œstrus induit suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes :

L'effet analysé	L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur l'œstrus induit suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$AC~xx\$RT) > summary(aov(xx\$AC~xx\$RT))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.03333 0.135 0.716 Residuals 28 6.933 0.24762 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</pre>

D'après l'ANOVA, la durée de traitement n'a pas eu d'effet significatif sur la gestation.

- L'analyse de l'effet et de la durée de traitement et du produit utilisé pour la synchronisation à savoir (PRID, CRESTAR, PGF2 α) sur l'œstrus induit :

3. L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR, PGF2 α) pour le traitement de synchronisation sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> summary(aov(xx\$Gestation~xx\$P)) > plot(xx\$Gestation~xx\$P) ></pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$P 1 1.067 1.067 4.741 0.038 * Residuals 28 6.300 0.225 ---</pre> <p>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 30% qui est acceptable.</p>

Le seuil d'erreur est acceptable pour dire que la durée de traitement a un effet sur la synchronisation de l'œstrus.

4. L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur la gestation suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes :

L'effet analysé	L'effet de la durée de traitement (11 ou 14 jours) sur la gestation suite au traitement de synchronisation à base de progestagènes
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$RT) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RT))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.03333 0.127 0.724 Residuals 28 7.333 0.26190</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</p>

La durée de traitement n'a aucun effet sur la fertilité à l'œstrus induit.

5. L'effet combiné de la durée de traitement et de produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet combiné de la durée de traitement et de produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RT*xx\$P)) > plot(xx\$AC~xx\$RT*xx\$P) Hit <Return> to see next plot: summary(aov(xx\$AC~xx\$RT*xx\$P))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.0333 0.140 0.7115 xx\$P 1 1.067 1.0667 4.473 0.0442 * xx\$RT:xx\$P 1 0.067 0.0667 0.280 0.6015 Residuals 26 6.200 0.2385 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 40% qui est acceptable.</pre>

En essayant de trouver l'effet combiné de la durée de traitement et le produit utilisé sur l'apparition des chaleurs à l'ANOVA par le logiciel R, le seul effet significatif sur la synchronisation est le produit utilisé.

6. L'effet de la note d'état corporel sur l'œstrus induit par le traitement de synchronisation :

L'effet analysé	L'effet de la note d'état corporel sur l'œstrus induit par le traitement de synchronisation
Commandes du logiciel	<pre>> summary(aov(xx\$AC~xx\$NEC)) > plot(xx\$AC~xx\$NEC)</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$NEC 1 0.025 0.0251 0.101 0.753 Residuals 28 6.942 0.2479 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</pre>

La note d'état corporel n'a pas eu d'effet significatif sur l'œstrus induit.

7. L'effet de la note d'état corporel sur la gestation induite par le traitement de synchronisation :

L'effet analysé	L'effet de la note d'état corporel sur la gestation par le traitement de synchronisation
Commandes du logiciel	<pre>>plot(xx\$Gestation~xx\$NEC) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$NEC))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)</pre> <pre>xx\$NEC 1 0.013 0.01328 0.051 0.824</pre> <pre>Residuals 28 7.353 0.26262</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 80%.</p>

La note d'état corporel n'a pas eu un effet significatif sur la gestation.

➤ **Nombre de vêlages :**

8. L'effet du nombre de vêlages sur l'œstrus induit :

L'effet analysé	L'effet du nombre de vêlage sur l'œstrus induit
Commandes du logiciel	<pre>>plot(xx\$AC~xx\$NV) > summary(aov(xx\$AC~xx\$NV))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)</pre> <pre>xx\$NV 1 0.383 0.3829 1.629 0.212</pre> <pre>Residuals 28 6.584 0.2351</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 20%.</p>

Le nombre de vêlage n'a pas eu d'effet sur l'œstrus induit.

9. Effet du nombre de vêlages sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet du nombre de vêlage sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$NV) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$NV))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$NV 1 0.946 0.9456 4.123 0.0519 . Residuals 28 6.421 0.2293 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 5%.</pre>

Suite au test de l'ANOVA, il s'est avéré que le nombre de vêlages influence légèrement le taux de gestation.

10. L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur l'œstrus :

L'effet analysé	L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur l'œstrus
Commandes du logiciel	<pre>plot(xx\$AC~xx\$IVT) summary(aov(xx\$AC~xx\$IVT))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$IVT 1 0.489 0.4890 2.114 0.157 Residuals 28 6.478 0.2313 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 15%.</pre>

L'intervalle vêlage-traitement n'a pas eu un effet significatif sur l'œstrus induit.

11.L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet de l'intervalle vêlage-traitement sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$IVT) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$IVT)</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$IVT 1 1.503 1.5025 7.174 0.0122 * Residuals 28 5.864 0.2094 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '. ' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 1%.</pre>

L'intervalle qui s'étend entre le vêlage et l'instauration du traitement de synchronisation a eu un effet considérable sur la gestation.

➤ Pathologies du post partum

12.Effet des pathologies du post partum sur l'œstrus induit

L'effet analysé	Effet des pathologies du post partum sur l'œstrus induit
Commandes du logiciel	<pre>plot(xx\$AC~xx\$PPP) summary(aov(xx\$AC~xx\$PPP))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$PPP 2 0.133 0.06667 0.263 0.77 Residuals 27 6.833 0.25309</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%.</p>

Les pathologies du post-partum n'ont eu aucun effet sur l'œstrus induit.

13.L'effet des pathologies du post partum sur la gestation :

L'effet analysé	Effet des pathologies du post partum sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> aov.out = aov(x\$Gestation~x\$PPP) > summary(aov.out)</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) x\$PPP 2 1.239 0.6195 2.84 0.07 . Residuals 41 8.943 0.2181 ---</pre> <p>Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 7% qui est acceptable.</p>

L'ANOVA rapporte qu'il y'a eu un effet remarquable des pathologies du post partum sur la gestation.

Le test de « Tukey » nous aide a démontré la pathologie la plus redoutable.

```
> TukeyHSD(aov.out)
```

```
Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level
```

```
Fit: aov(formula = x$Gestation ~ x$PPP)
```

```
$`x$PPP`
      diff      lwr      upr      p adj
metrite-1 -0.5142857 -1.0572339 0.02866251 0.0665721
rp-1      -0.2142857 -0.8136843 0.38511289 0.6624529
rp-metrite 0.3000000 -0.4618223 1.06182233 0.6074822
```

D'après le test de « Tukey » s'est avéré que la métrite est la pathologie primaire responsable de la diminution de la fertilité chez la vache (seuil d'erreur de 6%).

14.Effet du type de vêlage sur l'œstrus induit :

L'effet analysé	Effet du type de vêlage sur l'œstrus induit															
Commandes du logiciel	<code>plot(xx\$AC~xx\$VED)</code> <code>summary(aov(xx\$AC~xx\$VED))</code>															
Résultat de l'ANOVA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$VED</td> <td>1</td> <td>0.082</td> <td>0.08205</td> <td>0.334</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>28</td> <td>6.885</td> <td>0.24588</td> <td>0.568</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 50 % qui n'est pas acceptable.</p>	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$VED	1	0.082	0.08205	0.334	Residuals	28	6.885	0.24588	0.568
Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)												
xx\$VED	1	0.082	0.08205	0.334												
Residuals	28	6.885	0.24588	0.568												

Le type de vêlage antécédent n'influe aucunement l'œstrus induit.

15.Effet du type de vêlage sur la gestation :

L'effet analysé	L'effet du type de vêlage sur la gestation															
Commandes du logiciel	<code>> summary(aov(xx\$Gestation~xx\$VED))</code> <code>> plot(xx\$Gestation</code>															
Résultat de l'ANOVA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$VED</td> <td>1</td> <td>0.463</td> <td>0.4628</td> <td>1.877</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>28</td> <td>6.904</td> <td>0.2466</td> <td>0.182</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 10 % qui n'est pas acceptable.</p>	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$VED	1	0.463	0.4628	1.877	Residuals	28	6.904	0.2466	0.182
Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)												
xx\$VED	1	0.463	0.4628	1.877												
Residuals	28	6.904	0.2466	0.182												

Le type de vêlage antécédent n'a eu aucune n'influence sur la gestation.

➤ Race :

16. Effet de la race sur l'œstrus induit :

L'effet analysé	Effet du type de la race sur l'œstrus induit
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$AC~xx\$RACE) > summary(aov(xx\$AC~xx\$RACE))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RACE 2 0.630 0.3149 1.342 0.278 Residuals 27 6.337 0.2347</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 20 % qui n'est pas acceptable.</p>

La race n'a aucun effet sur l'œstrus induit.

17. Effet de la race sur la gestation :

L'effet analysé	Effet du type de la race sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> plot(xx\$Gestation~xx\$RACE) > summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RACE))</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre>Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RACE 2 0.230 0.1149 0.435 0.652 Residuals 27 7.137 0.2643</pre> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 60 % qui n'est pas acceptable.</p>

La race n'a eu aucun effet significatif sur la gestation.

18.Effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR ; PGF2 α) sur la gestation :

L'effet analysé	Effet du produit utilisé (PRID, CRESTAR ; PGF2 α) sur la gestation
Commandes du logiciel	<pre>> aov.out = aov(x\$Gestation~x\$P) Lancer l'ANOVA avec Gestation comme variable et P comme facteur > summary(aov.out) Résumer les résultats de l'ANOVA</pre>
Résultat de l'ANOVA	<pre> Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) x\$P 2 1.525 0.7623 3.61 0.036 * Residuals 41 8.657 0.2111 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Nous constatons qu'il y a un effet significatif au seuil 5 %.</pre>

On passe au test de « Tukey » pour dissocier l'effet de chaque produit.

<pre>> TukeyHSD(aov.out) Le test de Tukey nous aide à dissocier l'effet de chaque produit</pre>
<pre>Tukey multiple comparisons of means 95% family-wise confidence level Fit: aov(formula = x\$Gestation ~ x\$P) `x\$P` diff lwr upr p adj pg-crestar 0.48571429 0.02307960 0.9483490 0.0377709 prid-crestar 0.40000000 -0.03275512 0.8327551 0.0751097 prid-pg -0.08571429 -0.47507939 0.3036508 0.8544672</pre>

Suite à l'analyse de la variance du produit utilisé au traitement de synchronisation (PRID®, CRESTAR®, PGF2 α), il s'est avéré que l'effet est discutable seulement pour le produit CRESTAR®.

19.Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs :

L'effet analysé	Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs																														
Commandes du logiciel	<code>> aov(xx\$AC~xx\$IVT*xx\$NV)</code> <code>>summary(aov(xx\$AC~xx\$IVT*xx\$NV))</code>																														
Résultat de l'ANOVA	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$IVT</td> <td>1</td> <td>0.489</td> <td>0.4890</td> <td>2.198</td> <td>0.150</td> </tr> <tr> <td>xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.291</td> <td>0.2912</td> <td>1.309</td> <td>0.263</td> </tr> <tr> <td>xx\$IVT:xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.403</td> <td>0.4031</td> <td>1.812</td> <td>0.190</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>26</td> <td>5.783</td> <td>0.2224</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 15%</p>		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$IVT	1	0.489	0.4890	2.198	0.150	xx\$NV	1	0.291	0.2912	1.309	0.263	xx\$IVT:xx\$NV	1	0.403	0.4031	1.812	0.190	Residuals	26	5.783	0.2224		
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)																										
xx\$IVT	1	0.489	0.4890	2.198	0.150																										
xx\$NV	1	0.291	0.2912	1.309	0.263																										
xx\$IVT:xx\$NV	1	0.403	0.4031	1.812	0.190																										
Residuals	26	5.783	0.2224																												

L'analyse de la variance de l'effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et du nombre de vêlages sur l'apparition des chaleurs n'a eu aucun effet.

20.Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur la gestation :

L'effet analysé	Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et le nombre de vêlages sur la gestation																																										
Commandes du logiciel	<code>summary(aov(xx\$Gestation~xx\$IVT*xx\$NV))</code>																																										
Résultat de l'ANOVA	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Df</th> <th>Sum Sq</th> <th>Mean Sq</th> <th>F value</th> <th>Pr(>F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>xx\$IVT</td> <td>1</td> <td>1.503</td> <td>1.5025</td> <td>7.556</td> <td>0.0107</td> </tr> <tr> <td>*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.694</td> <td>0.6937</td> <td>3.489</td> <td>0.0731</td> </tr> <tr> <td>.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>xx\$IVT:xx\$NV</td> <td>1</td> <td>0.001</td> <td>0.0006</td> <td>0.003</td> <td>0.9583</td> </tr> <tr> <td>Residuals</td> <td>26</td> <td>5.170</td> <td>0.1988</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Pr=Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 1%.</p>		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	xx\$IVT	1	1.503	1.5025	7.556	0.0107	*						xx\$NV	1	0.694	0.6937	3.489	0.0731	.						xx\$IVT:xx\$NV	1	0.001	0.0006	0.003	0.9583	Residuals	26	5.170	0.1988		
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)																																						
xx\$IVT	1	1.503	1.5025	7.556	0.0107																																						
*																																											
xx\$NV	1	0.694	0.6937	3.489	0.0731																																						
.																																											
xx\$IVT:xx\$NV	1	0.001	0.0006	0.003	0.9583																																						
Residuals	26	5.170	0.1988																																								

L'analyse de l'effet combiné de l'IVT - NV combiné sur la gestation a montré qu'il y'a eu des effets significatifs de l'IVT seul et du NV seul ; la combinaison des deux n'a pas été significative au seuil de 0,05.

21. Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et des pathologies du post partum sur la gestation :

L'effet analysé	Effet combiné de l'intervalle vêlage-traitement et des pathologies du post partum sur la gestation
Commandes du logiciel	<code>summary(aov(xx\$Gestation~xx\$IVT*xx\$PPP))</code>
Résultat de l'ANOVA	<pre> Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$IVT 1 1.503 1.5025 6.729 0.0159 * xx\$PPP 2 0.471 0.2355 1.055 0.3639 xx\$IVT:xx\$PPP 2 0.034 0.0170 0.076 0.9271 Residuals 24 5.359 0.2233 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 </pre>

L'analyse par ANOVA de l'effet combiné du PPP et de l'IVT sur la gestation a montré que le seul effet intervalle vêlage-traitement a été significatif.

22. Effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation :

L'effet analysé	Effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé au traitement de la synchronisation sur la gestation :
Commandes du logiciel	<code>> plot(xx\$AC~xx\$RT*xx\$P)</code> <code>summary(aov(xx\$Gestation~xx\$RT*xx\$P))</code>
Résultat de l'ANOVA	<pre> Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F) xx\$RT 1 0.033 0.0333 0.140 0.7115 xx\$P 1 1.067 1.0667 4.473 0.0442 * xx\$RT:xx\$P 1 0.067 0.0667 0.280 0.6015 Residuals 26 6.200 0.2385 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 -Pr = Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil de 4% qui est acceptable. </pre>

- En essayant de trouver l'effet combiné de la durée de traitement et du produit utilisé sur l'apparition des chaleurs à l'ANOVA par le logiciel R, le seul effet significatif sur la synchronisation a été le produit utilisé (PRID® /CRESTAR®).

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de comparer la fertilité à l'œstrus induit après un traitement progestagène de synchronisation des chaleurs à deux durées différentes (11 et 14 jours) entre quatre lots de bovins, les vaches sont saillies 24 heures après retrait du dispositif progestatif,(PRID® implant vaginal contenant 1,55 g de progestérone, CRESTAR ®; injection de prostaglandine F2α 48 heures avant le retrait ; injection d'ECG le jour du retrait). Cette étude a été réalisée sur 30/44 vaches laitières. Le taux de synchronisation des chaleurs était de 63,33 % et le taux de gestation à l'œstrus induit de 60%. Dans le but de mettre en perspective ces résultats, nous analyserons dans un premier temps la démarche expérimentale qui nous a permis d'obtenir ces résultats, puis nous les comparerons aux résultats d'autres études.

La synchronisation de l'œstrus est permise par l'utilisation de plusieurs méthodes. Une des méthodes de synchronisation de l'œstrus se fait par utilisation de deux injections de prostaglandines, mais uniquement sur des femelles cyclées. Avant chaque traitement d'induction/synchronisation de chaleur durant notre étude on a procédé à un examen échographique de l'appareil reproducteur pour mettre en évidence la cyclicité ovarienne 14/44 ont été confirmées cyclées ; ces dernières ont constitué le troisième lot expérimental lui-même divisé en deux sous groupes (sous groupe n°1 : PG*1 « une seule injection de PGF2α » avec un taux de synchronisation des chaleurs de 71,42% ,sous groupe n°2 : PG*2 « double injection de PGF2α 11 à 14 jours d'intervalle » dont le taux de synchronisation des chaleurs est de 85,71%).

L'expérimentation devait être réalisée initialement sur 52 animaux, alors que seulement 44 femelles ont été incluses dans le protocole. Cette différence s'explique par les difficultés de recrutement de femelles en raison de critères d'inclusion et d'appariement stricts. Sur ces 44 femelles, le protocole a toujours été respecté ce qui nous. L'échantillon final analysé comportait 30 femelles qui ont reçu un traitement à base des progestagènes soit 68,18 % de l'effectif recruté. On. En effet, il ne reste plus que 14 vaches sur 44 vaches de l'effectif initialement prévu au traitement d'induction/synchronisation qui sont confirmées cyclées lors de la mise en évidence de l'état de cyclicité ovarienne avant traitement soit près de 32

% de l'effectif total. Quoiqu'il en soit, la taille de la population (44 femelles) est comparable à celle utilisée dans d'autres études (Iaghrou, 2012 ; Grimard, 2003 ; Walsh et Leblanc, 2007).

L'appariement des femelles en fonction du rang de vêlage, de l'intervalle vêlage-début de traitement et de l'état corporel est correct. Ces conditions expérimentales nous ont permis de nous affranchir des effets de facteurs d'élevage et de différents facteurs individuels qui influencent fortement la fertilité (Aguer, 1981 ; Chupin, 1977).

Dans chaque élevage, les animaux ont été appariés sur le rang de vêlage, les conditions de vêlage, la cyclicité avant traitement, la race, la note d'état corporel en début de traitement et l'intervalle entre le vêlage et le début du traitement. Ces conditions expérimentales nous permettent de nous affranchir des effets de facteurs d'élevage et de différents facteurs individuels qui influencent fortement la fertilité (Aguer, 1981 ; Chupin, 1977).

Cependant, les conditions d'appariement n'ont pas été strictement respectées dans les deux essais.

Notre étude a porté au final sur 30 vaches appartenant aux races : Prim'Holstein, Montbéliarde et Brune des Alpes ; elle a aussi porté sur 14 vaches laitières confirmées cycliques, par une injection unique ou double de prostaglandine F2 α , en deux essais cliniques différents.

La comparaison des lots du traitement a concerné à la fois les variables qualitatives (race, condition de vêlage et les pathologies post partum) et les variables quantitatives (durée de traitement, IV-TRT, l'état corporel, rang de vêlage ou parité, taux d'induction des chaleurs et taux de gestation)

L'allongement du temps de traitement à 14 jours n'a pas augmenté significativement le taux de gestation chez les vaches laitières. En combinant les résultats des deux essais, cet allongement tend à augmenter le taux de gestation sans que la différence entre les deux groupes ne soit significative.

Différents facteurs ont influencé ce taux de gestation : la note de l'état corporel en début de traitement, le rang de vêlage et la cyclicité avant traitement.

Pour tous les critères étudiés (taux de synchronisation, fertilité à l'œstrus induit), les meilleurs résultats ont été obtenus avec le traitement de courte durée (11 jours), avec un dispositif intra vaginal PRID® DELTA de 1,55 g de progestérone.

Le traitement de synchronisation de courte durée (11jours), associant des progestagènes à une gonadotrophine, a permis d'améliorer significativement le taux de gestation des vaches..

A l'opposé, les résultats les plus faibles sont ceux obtenus avec le traitement de 14 jours avec CRESTAR® ou l'implant auriculaire. La plus courte durée de traitement se traduit par une amélioration pour tous les critères.

La durée optimum du traitement représente un compromis entre le fonctionnement de l'hypophyse et les effets défavorables de l'imprégnation prolongée de progestérone. Les résultats présentés ici montrent qu'elle est optimale aux alentours de 11 jours (retrait du progestatif le 11^{ème} jour). L'hypophyse suppose que l'inhibition de la libération soit efficace pendant tout le traitement. La relative inefficacité du CRESTAR® jugée par l'effet de la rémanence de la progestérone qui forme un complexe chélateur avec les cellules adipeuses même après retrait de l'implant auriculaire.

Les femelles laitières traitées à base des progestagènes ont eu un taux de cyclicité de 63.33%. Ce taux est bien inclus dans l'intervalle des résultats retrouvés dans la littérature : entre 62 et 87 % selon les auteurs (*Rhodes et al., 2001 ; Moreira et al, 2001 ; Lucy, 2001*) . Ce résultat peut s'expliquer par la sélection des femelles lesquelles étaient majoritairement en bon état corporel. En effet, seulement 10 % des femelles ont une note d'état corporel inférieure à 2 alors que 70 % d'entre elles ont une note comprise entre 2 et 3 et 20% une note supérieure à 3.

Dans notre étude, le taux moyen de synchronisation des chaleurs est de 68,18%, avec un minimum de 63,33 % chez les vaches traitées à base des progestagènes (courte et longue durée) et un maximum de 78,57% chez les vaches cyclées qui ont reçu un traitement à base de prostaglandines F2α.

Ces résultats sont inférieurs à ceux retrouvés dans des études antérieures. En effet, dans l'étude de Humblot et al. Réalisée en 1997 sur des vaches allaitantes (Charolaises et limousines) en France, le taux de synchronisation était de 91,5 %. Des taux de synchronisation de 72 % chez les vaches allaitantes, de 80 % chez les génisses allaitantes et de 84 % chez les génisses laitières ont également été

rapportés en Amérique du Nord par Lucy et al. en 2001. Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que dans notre essai, le taux de synchronisation des chaleurs n'a été calculé que sur les femelles traitées par le PRID® et CRESTAR® alors qu'il est habituellement calculé sur l'ensemble de la population. De plus, la réussite de la synchronisation des chaleurs a été optimisée par la sélection des élevages et des animaux

Seule la pathologie du post-partum lors de la pose du dispositif a eu un effet significatif sur le taux de synchronisation. Les femelles avec une pathologie post-partum ont une Probabilité d'erreur sur l'hypothèse est à un seuil trop élevé de 70%. Ce résultat est en accord avec ceux observés par Humblot et al. en 1996 et 1997 sur des vaches allaitantes.

Avec le protocole **Spirale-E2**, **64%** des vaches traitées ont été vues en chaleurs contre des vaches pour le traitement **Spirale -E2** (laghrour,2012) nos résultats sont de 63,33% qui sont presque similaire à l'étude faite par Laghrour,W en 2012 à Batna.

Nos résultats sont inférieurs aux taux d'induction obtenus par :

- Beal et al., 1984, qui ont obtenu un taux de synchronisation équivalent à 77% ;
- Broadbent et al, 1993, dans le cadre du transfert embryonnaire, ont obtenu avec la spirale
- E2 et avec PGF2 α , un taux d'œstrus égale à **76.3%**. ;
- Grimard et al (1994), ont rapporté un taux d'induction égale à 73,1% dans une étude portant sur les facteurs de variation de la fertilité de l'œstrus induit chez les vaches allaitantes ;
- Edwell et al (2004), lors d'une étude comparative de l'efficacité du traitement de l'inactivité ovarienne avec des protocoles hormonaux (spirale +E2) et non hormonaux ont obtenu un taux d'œstrus et de gestation respectivement de (80.6% et 74.2%).

1. La durée de traitement :

La durée de traitement a eu une influence légère sur le taux de gestation des vaches laitières (respectivement 60% pour le lot traité à 11jours et 46,66% pour le lot traité à 14 jours); le test d'analyse de la variance a montré que la durée de traitement n'a pas eu une différence significative sur la gestation. Les essais comparant différentes durées d'un même protocole sont peu nombreux dans la

littérature ; ces résultats se concordent avec l'étude études de Grimard et al (2003) sur de grands lots d'animaux faisant appel à ce type de traitement, ce taux a enregistré des faibles valeurs allant de **26 à 68%** dont les résultats de notre étude **PRID 11 jours** étaient de **60%** qui sont bien inclus dans cette intervalle. Ainsi ce résultat est proche de celui obtenu par Haddada et al 2003 (**59.8%**) et loin de celui obtenu par (**Laghrour ;W,2012**) en Algérie « **BATNA** » Spirale+E2.

2. Le progestatif utilisé (PRID® ou CRESTAR®) :

Suite au test de l'analyse de la variance, nous avons constaté qu'il y'a un effet net et significatif du type de produit utilisé (PRID® ou CRESTAR®) sur la gestation au seuil de $p= 0,03$.

Passant au test de « **Tukey** » qui nous a permis de dissocier l'effet de chaque produit, la différence entre le PRID et le CRESTAR est a un seuil limite de 0,07, ce qui est acceptable.

En considérant l'effectif total des deux essais, le taux de gestation a été supérieur pour le lot traité à 11 jours par rapport au lot traité à 14 jours, mais la différence testée par l'ANOVA ne tend pas a être significative ($P = 10\%$).

- **Lot (PRID CRESTAR 11 jours) :** taux de gestation sur les 30 vaches traitées avec de la progestérone a été de 30%.

-Résultats comparable : **Deletang et al., 2004** , dans une étude d'inclusion et d'exclusion des œstrogènes dans le traitement des progestagènes en comparant l'effet d'inclusion et d'exclusion des œstrogènes sur l'efficacité des traitement à base de progestagenes, ont eu un taux de gestation légèrement supérieur ,60.6 % chez les génisses et 67.8 % chez les vaches qui est proche du résultat de notre étude (PRID 11 jours ; taux de gestation de 60% des vaches qui ont reçu un traitement à base des progestagenes de courte durée sur un effectif globale de 44 vaches laitières.

- Résultats similaires : les Résultats de Grimard et al, 1994 (59,4%.) et Haddada et al 2003 (**59.8%**) contre 38.6%pour l'oestrus naturel ; se rapprochent du taux de conception de notre étude PRID 11 jours qui est de 60%.

- Résultats inférieurs : les études de Grimard et al (2003) sur de grands lots d'animaux faisant appel à ce type de traitement, ce taux a enregistré des faibles valeurs allant de **26 à 68%**, les taux de conception obtenus dans notre étude pour le

PRID 11 jours est de 60% bien inclus dans cet intervalle mais inférieur de 68% obtenu par Grimard et al en 2003.

Edwell et al (2004), lors d'une étude comparative de l'efficacité du traitement de l'inactivité ovarienne avec des protocoles hormonaux (spirale +E2) et non hormonaux

ont obtenu un taux d'oestrus et de gestation respectivement de (80.6% et 74.2%).

Walsh et Le Blanc (2007) ont rapportés un taux de gestation légèrement inférieurs au notre, ce taux était de 21 % pour les primipares et 13% pour les multipares.

- **Lot (PRID CRESTAR 14 jours):** taux de gestation sur les 30 vaches traitées avec de la progestérone a été de 26,66%.

La différence entre les deux lots reste peu significative mais cela n'empêche pas qu'en prolongeant la durée du traitement, que le taux de gestation diminue.

Dans un premier temps, lorsque l'on compare l'efficacité d'un protocole identique utilisé pendant deux durées différentes, l'allongement du temps de traitement diminue le taux de gestation : ainsi, dans leur étude, Xu et al. (2000) ont comparé une durée d'utilisation de 7 ou 8 jours du PRID sans œstradiol, avec injection de PGF2 α 24 heures avant le retrait du dispositif. Le groupe traité pendant 8 jours avait un taux de gestation de 56.1 %, alors que le groupe traité pendant 7 jours avait un taux de gestation de 64.6 %. L'allongement du temps de traitement provoquerait donc une baisse de la fertilité à l'œstrus induit. La principale hypothèse émise pour expliquer ce mécanisme est l'apparition d'un follicule dominant persistant.

D'autre part, les résultats des essais de protocoles PRID® utilisés 7 jours avec injection de PGF2 α 24 heures avant le retrait du procédé sont variables, obtenant des taux de gestation allant de 28 à 66.5 % (**WILSON et al., 1986 ; BROADBENT et al., 1993 ; HUMBLLOT et al., 1997 ; BEAL et al., 1984 ; CHENAULT et al., 2003**).

3. Traitement à base de prostaglandines F2 α :

Le taux de gestation obtenus par le traitement à base de PGF2 α reste plus élevé par rapport à celui obtenu par le traitement à base de progestagènes (PRID®/CRESTAR®) qui est respectivement de 77% pour le lot PGF2 α , et de 36,66 pour le lot (PRID®.CRESTAR®).

La différence entre le traitement à base de PGF2 α que ce soit pour une injection unique ou double de 11 à 14 jours d'intervalle et le traitement à base de progestagènes en utilisant le CRESTAR® est hautement significatif au seuil de $p=0,03$ suivant le test d'analyse de la variance.

En ce qui concerne la différence entre le PRID® et le traitement à base de PGF2 α , il n'existe pas de différence significative entre les deux lots selon l'ANOVA à un seuil $p=0,08$).

Cependant, l'inconvénient du traitement à base de la PGF2 α qui est destinée seulement pour synchroniser les vaches cyclés, celui du PRID® est à la fois efficace pour les vaches cycliques et non cycliques.

Pour le traitement de PGF2 α , le taux de gestation pour le traitement à la double injection à 11 et 14 jours d'intervalle a été de 42,85%, ce qui est presque le double de celui du taux obtenus par une seule injection de PGF2 α , et qui a été de 28,57%.

4. Quelques facteurs de variation de la fertilité :

a. La race :

Le taux de gestation a été similaire pour les trois races étudiées ($p=20\%$) ; ce résultat est totalement différent en le comparant avec d'autres études dont le taux de gestation a été totalement différent selon la race ; les vaches appartenant à la race Normande ont eu en général de meilleurs taux de gestation que les Prim'Holstein (**BRIAND A. 1999 , MIALOT JP 1998**).

Les résultats que l'on a obtenus concordent en partie avec les taux de réussite à l'insémination publiés par BARBAT et al. (2005), qui sont, pour les vaches de la 1^{ère} à la 3^{ème} lactation, compris entre 52,3 et 55,0% en race Montbéliarde, entre 49,8 et 52,5% en race Normande et entre 36,0 et 41,2% en race Prim'Holstein. Dans notre étude, le taux de gestation plus faible observé en race Montbéliarde peut être lié au fait que les vaches ont été incluses dans le protocole en fin de campagne (mai à juillet). D'autres facteurs interfèrent avec l'effet race .On peut mettre en évidence des différences entre la race pour la parité, l'intervalle vêlage traitement et pour l'état corporel.

b. La note d'état corporel :

Nous avons observé dans notre étude une corrélation entre le taux de gestation et la note d'état corporel (NEC). Les femelles avec une NEC inférieure à 2,5 ont eu un taux de gestation inférieur à celui des femelles avec une NEC égale à 2,5 et une

NEC supérieure à 2,5 (respectivement 4,54%, 20,45% et 38,63%, $p > 0,05$). Cette observation est en accord avec de nombreuses autres études (Laghrour, 2012 ; Burke et al., 1996, Moreira et al., 2000). Ces derniers ont même observé une corrélation positive entre la note de l'état corporel et le taux de gestation : BURKE et al., 1996 ont montré une augmentation de la note de 1 point est accompagnée d'une augmentation de 13% du taux de gestation jusqu'à une NEC de 4. En effet, le déficit alimentaire, principalement la carence en énergie due essentiellement à une mauvaise qualité des fourrages, associée à une complémentation insuffisante de la ration, entraîne le plus souvent un état corporel médiocre (Bouzebda et al 2006 ; Ben Salem et al 2006) , ce dernier se répercute sur la manifestation des chaleurs et entraîne notamment plus de la moitié des échecs à l'insémination artificielle (Roche 2006 ; Courtois 2005). Le déficit énergétique post-partum est pourtant reconnu comme le problème ayant le plus grand impact sur l'efficacité reproductive. D'une part en diminuant la fertilité des premières ovulations et d'autre part en retardant leur retour (anoestrus vrai) et ainsi la 1ère saillie.

c. L'intervalle vèlage traitement :

L'intervalle qui s'étend entre le vèlage et l'instauration du traitement de synchronisation a un effet considérable sur la gestation à un seuil de $p = 0,01$. L'intervalle entre le vèlage et la pose de l'implant/PRID(IVP) a significativement modifié le taux de gestation ($p = 0,01$). Ce résultat est largement différent de celui obtenu par Laghrour, W ; 2012 dont ce facteur a eu une influence significative de ($P > 0,05$) sur le taux de gestation. Par exemple, pour RYAN et al. (1995), les vaches dont le traitement a commencé entre 55 et 85 jours après vèlage ont eu un taux de gestation de 56,3% ($n = 1350$), contre 61,6% ($n = 844$) pour celles dont le traitement a commencé plus de 85 jours après le vèlage ($p < 0,05$). Cet effet semble être lié à l'augmentation de la cyclicité avant traitement. En effet, plus l'IVP s'allonge, plus il y'a de vaches cyclées (GRIMARD et al., 2003).

d. Le rang du vèlage :

Le rang de vèlage est classiquement observé dans la littérature comme un facteur de variation notable du taux de gestation. Suite au test de l'ANOVA, il s'est avéré que le nombre de vèlages influence légèrement le taux de gestation ($p = 0,05$) ce qui est en accord avec l'étude de Laghrour ; 2012 dans le but d'étudier la fertilité à l'oestrus induit en utilisant deux protocoles spirale +/- E2 à une durée de traitement

de 12 jours. Les primipares ont généralement des taux de gestation moins élevés que les multipares dans une majorité d'études (**AGUER et al., 1981**).

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans la littérature, notamment en ce qui concerne le taux de cyclicité des génisses (Agabriel et al., 1992). Pour les primipares, il est classiquement admis que la durée d'anoestrus post-partum est augmentée de 3 semaines, en raison notamment d'un déficit énergétique plus important : les primipares ont en effet à la fois des besoins de lactation et des besoins de croissance.

Selon FRERET et al. (2011), la parité affecte la fertilité chez les vaches Prim'Holstein, et le taux de gestation est plus élevé chez les primipares. Tous ces facteurs intervenant dans la variation du taux de gestation ont été montrés en long et en large par **BOUYER (2006)** à travers divers projets d'insémination artificielle en Afrique soudano-sahélienne.

e. Les conditions du vêlage antécédent :

Le taux de gestation a eu tendance à être différent selon les conditions du vêlage précédent. Lorsqu'il y'a eu une intervention lors du vêlage, le taux de gestation a été plus faible (56,81% contre 6,81 %, respectivement sans et avec aide au vêlage). Le type de vêlage antécédent influe sur la gestation ($p=10\%$).

Cet effet a surtout été exploré chez les vaches allaitantes dont les vêlages sont souvent plus difficiles. Les études qui le mettent en évidence, arrivent toutes à la conclusion qu'une assistance au vêlage même légère est associée à une diminution du taux de gestation par rapport au vêlage sans aide (écarts de 15 à 30 points) (**HUMBLOT et al., 1996**). Ceci peut s'expliquer en partie par la reprise de la cyclicité : les vaches ayant eu un vêlage difficile ont 3 fois plus de risques d'avoir une reprise d'activité ovarienne tardive par rapport à celles ayant vêlé seules (**OPSOMER et al., 2000**), et par conséquent, le taux d'ovulation après traitement est plus faible pour celles qui ont été assistées (**GRIMARD et al., 1992**).

f. Les pathologies du post-partum :

Il y'a eu un effet remarquable des pathologies du postpartum sur la gestation ($p=0,07$), après avoir dissocié la pathologie la plus incriminée par le test de Tukey qui nous a montré que la métrite du postpartum a eu un effet net sur la gestation à l'œstrus induit ($p=0,06$).

L'infection utérine et l'anœstrus lors du postpartum s'accompagneraient d'une réduction respectivement de 20 et 18 % du taux de gestation en première insémination. À l'inverse, le coma vitulaire ou le déplacement de la caillette ne semblent pas avoir d'effets sur les performances de reproduction (**FOURICHON et al., 2000**). Les auteurs insistent en outre sur les grandes variations qui existent entre les troupeaux : ces différences peuvent être intrinsèques ou extrinsèques, donc en relation avec la stratégie d'identification ou de traitement curatif ou préventif de l'élevage.

La majorité des auteurs confirme la réduction de 6 à 15 % du taux de réussite en première insémination des vaches qui ont présenté une infection du tractus génital(**AEBERHARD K, 2001**). En terme de fécondité, un allongement de sept jours de la période d'attente et de 17 à 20 jours de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante a été observé (**FOURICHON et al., 2000**).

CONCLUSION

Cette étude clinique a porté sur 44 vaches de différentes races laitières (Prim'Holstein, Montbéliarde et Brune des Alpes). Elle avait pour but de comparer les résultats de reproduction (taux de synchronisation et de gestation à l'œstrus induit), après utilisation du PRID® et du CRESTAR®, et avec deux durées de traitement différentes : un traitement court de 11 jours et un autre long de 14 jours.

L'objectif principal de cette étude a été de comparer la fertilité à l'œstrus induit après un traitement de synchronisation des chaleurs de 11 jours ou de 14 jours à base de progestagènes (PRID® Delta contenant 1,55 g de progestérone; injection de prostaglandine F2 α , 48 heures avant le retrait; injection de PMSG¹ le jour du retrait; monte libre) ; le concept des durées de traitement progestatif courte et longue sont envisagées pour voir si l'allongement de la durée ou le raccourcissement a un effet sur l'intensité des expressions de l'œstrus par les vaches laitières ; ainsi voir l'efficacité d'allongement de la durée si nous aidera à avoir un taux de gestation plus élevé par rapport au traitement de courte durée. Vers la fin de notre expérimentation on en sortira par une conclusion qui nous espérons servira pour nos collègues vétérinaires cabinnaires de bien gérer la durée de traitement d'induction et de synchronisation de l'œstrus à base des progestagènes.

La méthodologie de travail adoptée était divisée en trois étapes : choix des animaux selon les critères d'appariement (critères d'inclusion et d'exclusion) en collaboration avec deux vétérinaires cliniciens puis l'exécution du protocole expérimental (depuis l'examen clinique ; examen échographique afin de pouvoir déterminer la cyclicité ovarienne avant instauration du traitement jusqu'au détection des chaleurs et vers la fin voir le constat de gestation).

Le taux de gestation a été influencé par l'intervalle vêlage-traitement, le rang du vêlage, les pathologies du postpartum des femelles ainsi que la durée du traitement et le produit utilisé PRID® ou l'implant auriculaire ; des résultats de fertilité inférieurs chez les vaches qui ont subis un traitement long de 14 jours comparativement aux femelles traités avec un traitement court de 11 jours.

¹ - PMSG – pregnant mare serum gonadotrophine

Notre essai clinique n'a pas permis de mettre en évidence d'effets de la cyclicité avant traitement sur le taux de gestation global du fait du second protocole de traitement à base de prostaglandines F2 α destiné aux vaches cyclées, d'où le taux de gestation de la double injection de PGF2 α à un intervalle de 11 à 14 jours était considérablement élevé par rapport à celui de l'unique injection. Il faut noter toutefois que le nombre de vaches non cyclées avant l'instauration du traitement à base de progestagènes (PRID®/CRESTAR®) a été important.

Les résultats obtenus dans cet essai permettent de conclure que l'allongement de la durée de traitement des protocoles à base de progestagènes, au-delà de la durée du diœstrus réduit la fertilité à l'œstrus induit ; si le dispositif est mis en place pendant la phase lutéale : l'imprégnation progestéronique est trop longue d'où une période de dominance du follicule accrue et donc une moins bonne fertilité de son ovocyte (trop âgé). En bref, lorsqu'on synchronise à l'aveugle des animaux, c'est-à-dire sans connaître leur position dans le cycle œstrale (repérable par un suivi échographique ou par dosage régulier de la progestérone, élément non réalisable en routine pour des raisons pratiques et économiques), certains animaux ne seront pas au moment optimal en début de traitement ce qui explique le faible taux de gestation obtenu..

Résumé

En dépit de l'allongement de la période du postpartum et la première insémination fécondante, et vu les problèmes importants du postpartum (balance énergétique négative, maladies métaboliques, hypocalcémie, acétonémie ...), la reproduction est souvent sacrifiée.

L'objectif de cette étude a été de comparer la fertilité à l'œstrus induit après un traitement à base de progestagènes, en vue de synchroniser les chaleurs. Cette étude a été réalisée sur 30/44 vaches laitières au niveau de la Wilaya de Tiaret (en exploitant les fermes pilotes et quelques élevages privés) du 22 février au 23 décembre 2016. Le taux de synchronisation des chaleurs était de 63,33 % et le taux de gestation à l'œstrus induit de 60%. Nous avons utilisé dans notre expérimentation deux périodes de traitement : l'un long de 14 jours, et l'autre court de 11 jours (PRID®DELTA contenant 1,55 g de progestéroneCRESTAR®; injection de prostaglandine F2α 48 heures avant le retrait; injection d'ECG le jour du retrait; I.A, 56 heures après le retrait). Les travaux ont porté sur 44 vaches laitières de race « Prim'Holstein », « Montbéliarde » et « Brune des Alpes ». Chez les vaches laitières, et après un traitement de 11 jours, le taux de gestation a été significativement augmenté comparativement à un traitement de 14 jours, respectivement de 60% versus 46,66 %.

Avant chaque traitement d'induction/synchronisation de chaleur durant notre étude on a procédé à un examen échographique de l'appareil reproducteur pour mettre en évidence la cyclicité ovarienne 14/44 ont été confirmés cyclées ; ces dernières ont constitué le troisième lot expérimental lui-même divisé en deux sous groupes (sous groupe n°1 : PG*1 « une seule injection de PGF2α » avec un taux de synchronisation des chaleurs de 71,42% ,sous groupe n°2 : PG*2 « double injection de PGF2α 11 à 14 jours d'intervalle » dont le taux de synchronisation des chaleurs est de 85,71%).

le taux moyen de synchronisation des chaleurs est de 68,18%, avec un minimum de 63,33 % chez les vaches traitées à base des progestagènes (courte et longue durée) et un maximum de 78,57% chez les vaches cyclées qui ont reçu un traitement à base de prostaglandines

Différents facteurs individuels, le rang du vêlage, le délai postpartum ont eu un effet significatif sur le taux de gestation à l'œstrus induit. L'allongement du

temps de traitement à 14 jours n'a pas augmenté significativement le taux de gestation chez les vaches laitières. En combinant les résultats des deux essais, cet allongement tend à augmenter le taux de gestation sans que la différence entre les deux groupes ne soit significative. Ces résultats ont été influencés par le rang de vêlage, l'intervalle vêlage-traitement et surtout les pathologies du postpartum.

**MOTS-CLES : MAITRISE DES CYCLES / PROGESTERONE /
SYNCHRONISATION DES CHALEURS / REPRODUCTION / BOVIN / OESTRUS**

Abstract

Despite the lengthening of the postpartum period and the first fertilizing insemination, and given the important postpartum problems (negative energy balance, metabolic diseases, hypocalcaemia, ketosis, etc.), reproduction is often sacrificed. Thus, in view of the unconsciousness and irresponsibility of the breeders in our region with regard to their cattle herds, we decided to carry out this clinical work in order to make them aware of the need to control correctly this difficult period Of the life of the cow. This is done through a proper diet and timing and heat induction programs to at least shorten the interval between calving and fertilizing insemination.

The objective of this study was to compare fertility to estrus induced after a progestagen treatment, in order to synchronize the heat. In our experiment we used two treatment periods: one for 14 days and the other for 11 days (PRID®DELTA containing 1.55 g of CRESTAR® progesterone, injection of prostaglandin F2 α 48 hours before withdrawal ECG injection on the day of withdrawal, IA, 56 hours after withdrawal).

Work was carried out on 44 dairy cows of the "Prim'Holstein", "Montbéliarde" and "Brune des Alpes" breeds. In dairy cows, and after an 11-day treatment, the gestation rate was significantly increased compared to a 14-day treatment of 60% versus 46.66%, respectively. Different individual factors, the order of calving, postpartum delay had a significant effect on the induced estrus pregnancy rate. The prolongation of the treatment time to 14 days did not significantly increase the pregnancy rate in dairy cows. By combining the results of the two trials, this lengthening tends to increase the gestation rate without the difference between the two groups being significant. These results were influenced by the calving rank, the calving-treatment interval and especially the postpartum pathologies.

KEYWORDS: CYCLE CONTROL / PROGESTERONE /HEAT SYNCHRONIZATION / REPRODUCTION / CATTLE / ESTRUS.

ملخص

بالرغم من تمديد الفترة التي تتبع الولادة لأول تلقیح المخصب، ونظرا لمشاكل ما بعد الولادة الكبيرة (التوازن السلبي للطاقة، واضطرابات التمثيل الغذائي، نقص الكالسيوم في الدم، الكيتوزيه...)، وكثيرا ما يضحى بالتكاثر وهكذا، نظرا لفقدان الوعي وعدم المسؤولية من طرف مزارعي منطقتنا تجاه قطعان ماشيتهم، قررنا إجراء هذا العمل السريري من أجل رفع مستوى الوعي حول الحاجة لإتقان هذه الفترة الصعبة بشكل صحيح في حياة البقرة. ويتم ذلك من خلال اتباع نظام غذائي سليم والتزام تزامن برامج الحث و الحرارة على الأقل لتقصير فترة الولادة مقارنة بالتخصيب التلقیح.

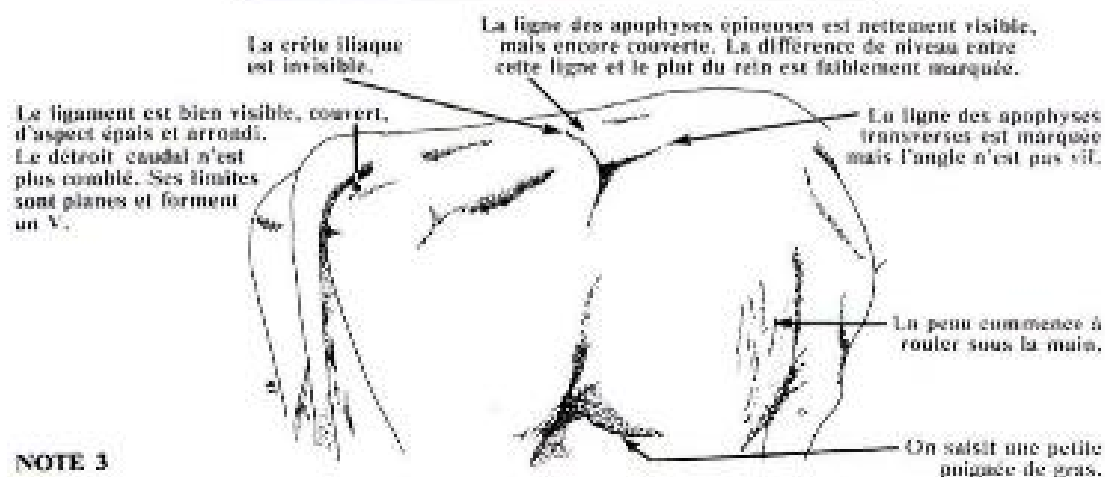
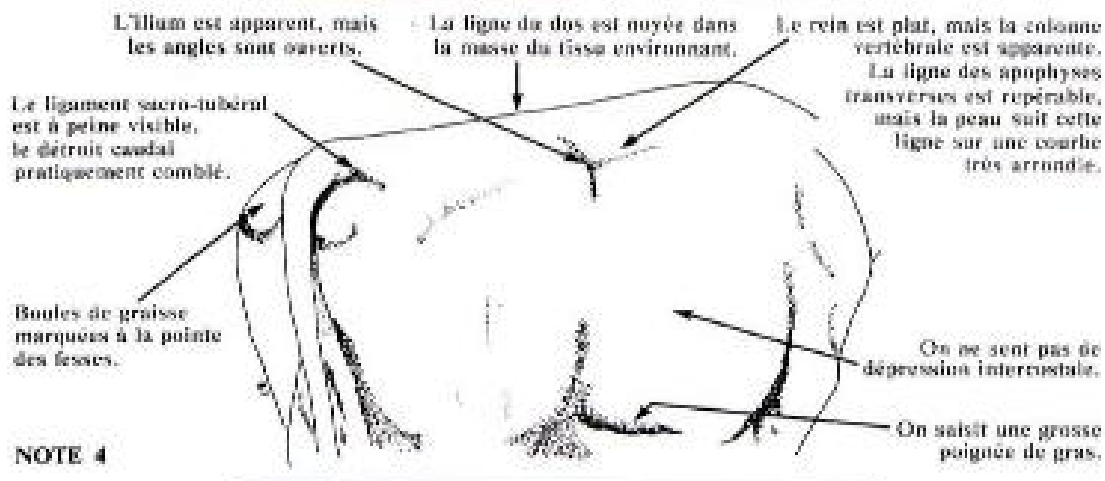
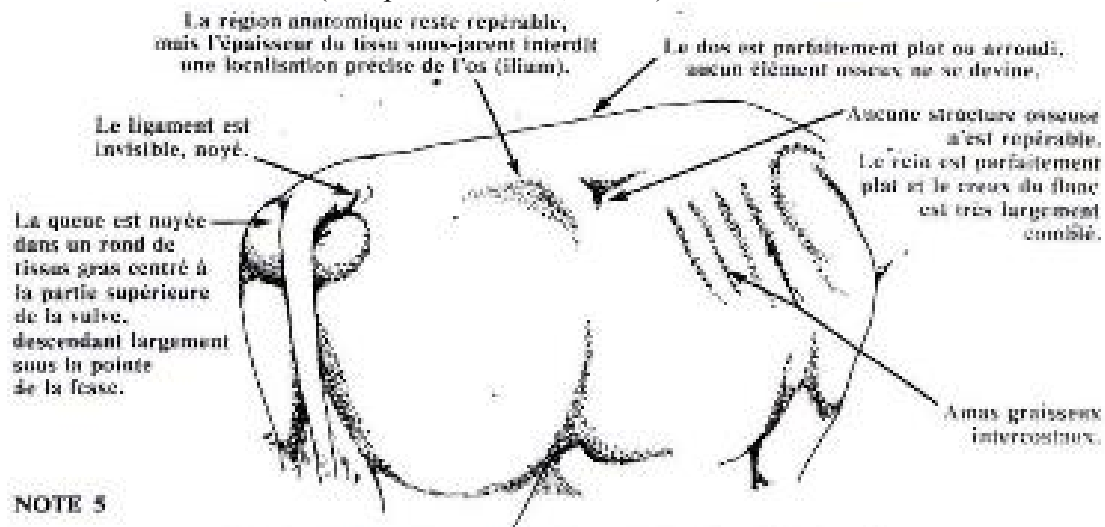
الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة شبق الخصوبة الناجم عن العلاج بمركبات بروجستيرونية المفعول (تحتوي على 1.55 غرام من البروجسترون) لمزامنة شبق استعملنا في تجاربنا فترتين للعلاج واحدة طويلة 14 يوما، والثاني مختصر 11 يوما. وضع المركب البروجستروني في جهاز المهبل حقن البروستاغلاندين 2 الفا قبل 48 ساعة من إزالتها، حقن يوم سحب البروجسترون الهرمون المشيمي. التلقیح المخصب بعد 56 ساعة من الإزالة.

تركز العمل على 44 بقرة حلوب من اصل "هولشتاين"، المونتبيليارد" و وبراون السويسرية في الأبقار الحلوب، وبعد العلاج لمدة 11 يوما تم زيادة معدل الحمل بشكل ملحوظ مقارنة مع العلاج لمدة 14 يوما 60% مقابل 46.66%، على التوالي. العوامل الفردية مختلفة، رتبة الولادة فترة ما بعد الولادة كان لها تأثير كبير على معدل الحمل في شبق. تمديد وقت المعالجة 14 يوما لم يؤثر بزيادة كبيرة في معدلات حمل الأبقار من خلال الجمع بين نتائج الاختبارين، هذه الاستطالة تميل إلى زيادة معدل الحمل ولكن الفرق بين المجموعتين ليس كبير تأثرت هذه النتائج وفقا لرتبة الولادة الفاصلة ولادة البقرة-العلاج وخاصة اضطرابات ما بعد الولادة.

الكلمات الرئيسية:

التحكم في الدورة الجنسية / البروجسترون / تزامن الشبق/ التكاثر/ الأبقار / الشبق.

ANNEXE 1. Principaux critères d'appréciation de l'état corporel des vaches laitières Prim'Holstein (D'après BAZIN, 1984).



ANNEXE 2. Critères d'appariement des deux lots expérimentaux, Région de Tiaret, 2016.

EtatCorporel	>2,5	<2,5	2,5	TOTAL	
LOT EXPA					
LOT EXPB					
LOT EXPC					
TOTAL					
pourcentage					
Race	Pie noir	Pie rouge	Brune des alpes	TOTAL	
LOT EXPA					
LOT EXPB					
LOT EXPC					
TOTAL					
pourcentage					
Rang V	PRIMIPARE	MULTIPARES	TOTAL		
LOT EXPA					
LOT EXPB					
LOT EXPC					
TOTAL					
pourcentage					
Difficulté de vêlage	DYSTOCIE	SANS DIFFICULTE	TOTAL		
LOT EXPA					
LOT EXPB					
LOT EXPC					
TOTAL					
pourcentage					
Rétention/Métrite	RETENTION	METRITE	TOTAL		
LOT EXPA					
LOT EXPB					
LOT EXPC					
TOTAL					
pourcentage					
IV-Trt	<70 Jours	70-90 Jours	>90 Jours	TOTAL	
LOT EXPA					
LOT EXPB					
LOT EXPC					
TOTAL					
pourcentage					

Annexe3. Données sélectionnées pour l'étude

A -**Données de synchronisation** : pour chaque protocole, on a enregistré les informations suivantes :

- Date de pose du PRID/CRESTAR ;
- Date du retrait du PRID/CRESTAR;
- Dose de la PMSG utilisée ;
- Manifestation des chaleurs ;
- Présence de sécrétions d'aspect anormale lors du retrait du PRID/CRESTAR. (**2 cas d'inflammation purulente** pour le lot CRESTAR)

B-Données de la saillie :

- Type de chaleurs : **CH+** : chaleurs observées, **CH-** : chaleurs absentes,
- Date des chaleurs.
- Date 1^{er} retour de chaleur.
- Date 2^{eme} retour.
- Date 3^{eme} retour .
- Date de la 1^{ere} saillie (IA1).
- Date de la 2^{eme} saillie (IA2).

C-**Données de la gestation** : Date et résultat du constat de gestation

Les données ont été représentées dans des tableaux sur XL

- Femelles gestantes : positif (**1**) / Femelles vide : négatif (**0**).

ANNEXE 4. a. Variables retenues pour l'analyse de la variance par le logiciel R.

Facteur	Variable	Code
Race	Pie-Rouge	1
	Pie-Noire	2
Parité	Primipares	1
	Multipares	2
Etat corporel	< 2.5	1
	>2.5	2
IV-TRT	<75 jours	1
	>75 jours	2
Conditions de vêlage	Avec difficulté	0
	Sans difficulté	1
Pathologies post -partum	Présence	0
	Absence	1
Gestation	Non gravide	0
	Gravide	1

BIBLIOGRAPHIE

1. AEBERHARD K, BRUCKMAIER RM, KUEPFER U, BLUM JW. Milk yield and composition, nutrition, body conformation traits, body condition scores, fertility and diseases in high-yielding dairy cows. *J. Vet. Med. A*, 2001, **48**, 97-110.
2. AGUER D. Les progestagènes dans la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. *Rec. Med. Vet.*, 1981, **157**, 53-60.
3. AGUER D, PELOT J, CHUPIN D. Reproduction du troupeau à viande et synchronisation de l'œstrus. *Bull. Group. Tech. Vet.*, 1981, **211**, 33-57.
4. AGUER D, PELOT J, CHUPIN D. Comment utiliser les progestagènes pour rompre l'anoestrus post-partum chez les vaches laitières ou allaitantes. In : Journées ITEB UNCEIA, Paris, ITEB, 1982, 19-34.
5. AUSTIN EJ, MIHM M, RYAN MP, WILLIAMS DH, ROCHE JF. Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 2219-2226.
6. AUSTIN EJ, MIHM M, EVANS AC, KNIGHT PG, IRELAND JL, IRELAND JJ, et al. Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of follicles in the first follicular wave of the bovine estrus cycle. *Biol. Reprod.*, 2001, **64**, 839-848.
7. BALLERY R. Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2005, 136 pages.
8. BARBAT A, DRUET T, BONAITI B, GUILLAUME F, COLLEAU JJ, BOICHARD D. Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. *Renc. Rech. Ruminants*, 2005, **12**, 137-140.

9. BARNES MA, KAZMER GW, BIERLEY ST. Gonadotropic and ovarian hormoneresponse in dairy cows treated with norgestomet and oestradiolvalerate. *Theriogenology*,1981, **16**, 13-25.
10. BEAL WE. Application of knowledge about corpus luteum function in control of estrus and ovulation in cattle. *Theriogenology*, 1996, **45**, 1399-1411.
11. BEAL WE, CHENAULT JR, DAY ML, CORAH LR. Variation in conception rates following synchronization of estrus with melengestrol acetate and prostaglandin F2 alpha. *J. Anim. Sci.*, 1988, **66**, 599-602.
12. BEAL WE, GOOD GA, PETERSON LA. Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with synchro-mate B or norgestomet and alfaprostol. *Theriogenology*, 1984, **22**, 59-66.
13. BEFFARA C. Comparaison de l'efficacité du traitement de synchronisation des chaleurs Crestar® classique avec celle d'un nouveau traitement combinant buséreline, implant Crestar®, prostaglandine F2 α et eCG chez la vache allaitante. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2006, 91 pages.
14. BEGGS DS, HAMBLIN MC, WRAIGHT MD, MACMILLAN KL. Comparison of a whole herd synchrony programme using two prostaglandin injections given 14 days apart with a programme using oestradiol benzoate, progesterone and prostaglandin in seasonal calving dairy herds. In : *Proceedings of the World Buiatric Congress*, [CD Rom], 2000, Sidney, World Buiatric Society Ed.
15. BERG C. Quelles sont les alternatives à l'oestradiol Le point vétérinaire, 2001, **217**, 10-11.
16. BO GA, ADAMS GP, CACCIA M, MARTINEZ M, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and oestradiol in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 1995, **39**, 193-204.

- 17.**BRIAND A. Un protocole de traitement de l'infertilité des vaches laitières inséminées au moins trois fois en Mayenne. Mémoire de fin d'études, ISA, Beauvais, 1999.
- 18.**BRINK JT, KIRACOFÉ GH. Effect of oestrus cycle stage at synchro-mate B treatment on conception and time to estrus in cattle. *Theriogenology*, 1988, **29**, 513-519.
- 19.**BURKE JM, DE LA SOTA RL, RISCO CA, STAPLES CR, SCHMITT EJP, THATCHER WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1996, **79**, 1385-1393.
- 20.**BUTLER WR. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1998, **81**, 2533-2539.
- 21.**BUTLER WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 2000, **60-61**, 449-457.
- 22.**CENTRAVET. Catalogue : tarifs de décembre 2004.
- 23.**CENTRAVET. Catalogue : tarifs de mai 2007.
- 24.**CHASTANT-MAILLARD S, BALANDRAUD J, JEGOU L, KESSLER T, QUINTON H, CONSTANT F, et al. Actualités dans le traitement de l'infécondité chez la vache : autour du GnRH. In : Journées Nationales GTV, Tours, 2002, SNGTV, 217-224.
- 25.**CHASTANT-MAILLARD S, FOURNIER R, REMMY D. Les vagues folliculaires : leurs conséquences sur la reproduction de la vache allaitante. In: Journées Techniques des GTV Bourgogne, Autun, 13 octobre 2005, 128-136.
- 26.**CHENAULT JR, KRATZER DD, RZEPKOWSKI RA, GOODWIN MC. LH and FSH response of Holstein heifers to fertirelin acetate, gonadorelin and buserelin. *Theriogenology*, 1990, **34**, 81-98.

- 27.**CHEVALLIER A, VANDEWINKEL E, BOUDJENAH H, COSQUER R, GRIMARD B, HUMBLOT P. Facteurs de variation des taux d'ovulation et de gestation après synchronisation de l'oestrus chez des femelles charolaises et limousines dans la région Centre-Ouest. *Elevage et insémination*, 1996, **276**, 8-22.
- 28.**CHUPIN D. Maîtrise de la reproduction chez les bovins : principes, résultats, limites. *Ann. Med. Vet.*, 1977, **121**, 329-338.
- 29.**CHUPIN D, DELETANG F, PETIT M, PELOT J, LE PROVOST F, ORTAVANT R, et al. Use of progestagens in subcutaneous implants for the control of sexual cycles in the cow. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 1974, **14**, 27-39.
- 30.**DARWASH AO, LAMMING GE, WOOLLIAMS JA. The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation measures of fertility in dairy cattle. *Anim. Sci.*, 1997, **65**, 9-16.
- 31.**DARWASH AO, LAMMING GE, WOOLLIAMS JA. Estimation of genetic variation in the interval from calving to postpartum ovulation of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80**, 1227-1234.
- 32.**DE FONTAUBERT Y. La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins : le point en 1986. *BTIA*, 1986, **42**, 5-12.
- 33.**DE FONTAUBERT Y, COCHAUD J, TERQUI M. Synchronisation des chaleurs chez la vache laitière : bilan de l'utilisation du Synchro-Mate B pendant cinq années successives. *INRA Prod. Anim.*, 1989, **2**, 317-323.
- 34.**DELETANG F. Objectif et réussite de la synchronisation des chaleurs chez la vache laitière et allaitante. In: *Synchronisation de l'oestrus chez les femelles domestiques*, Lyon, 5 octobre 1983, 1-13.

35. DISKIN MG, SREENAN JM, ROCHE JF. Controlled breeding systems for dairy cows. In: Fertility in the high producing dairy cow, Occasional publication n°26, 2001, British Society of Animal Science, Edinburgh, 175-193.
36. DISKIN MG, MACKEY DR, ROCHE JF, SREENAN JM. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 2003, **78**, 345-370.
37. DMV. Dictionnaire des médicaments vétérinaires. 14^{ème} éd. Paris, 2007, 1807 pages.
38. EGRET. EGRET statistical software manual, 1999 version. Seattle, WA : Statistics and Epidemiology Research Corporation, 1999.
39. ELROD CC, BUTLER WR. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, 1993, **71**, 694-701.
40. ENNUYER M. Les vagues folliculaires chez la vache : applications pratiques à la maîtrise de la reproduction. *Le point vétérinaire*, 2000, **31**, 377-383.
41. FIENI F, TAINTURIER D, BRUYAS JF, BATTU I. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache. *Bull. Group. Tech. Vét.*, 1995, **4**, 35-49.
42. FOURNIER R, DRIANCOURT MA, BARRETEAU S. Synchronisation des chaleurs et IA programmée chez les bovins. Comment maintenir une bonne fertilité avec des progestagènes sans oestrogènes In: Journées nationales des GTV, Tours, 2004, SNGTV, 889-892.
43. GRIMARD B, DISENHAUS C. Les anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage. *Le point vétérinaire*, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie, 2005, **36**, 16-21.
44. GRIMARD B, HUMBLLOT P, PAREZ V, MIALOT JP, THIBIER M. Synchronisation de l'oestrus chez la vache

charolaise : facteurs de variation de la cyclicité prétraitement, dutaux d'ovulation après traitement et du taux de fertilité à l'oestrus induit. Elevage etinsémination, 1992, **250**, 5-17.

- 45.**GRIMARD B, HUMBLLOT P, THIBIER M. Synchronisation de l'oestrus chez la vachecharolaise : effet de la parité et de la cyclicité prétraitement sur les taux d'induction et degestation. Elevageetinsémination, 1992, **247**, 9-15.
- 46.**GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP, SAUVANT D, THIBIER M. Effects ofenergy restriction on reponses to estrus synchronization treatment on postpartum charolaissuckled beef cows. J. Reprod. Fertil., 1994, Abstract Series **14**, 13-14.
- 47.**GRIMARD B, HUMBLLOT P, PONTER AA, MIALOT JP, SAUVANT D, THIBIER M. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiolsecretion and follicular development in suckled beef cows. J. Reprod. Fertil., 1995, **104**,173- 179.
- 48.**GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP. Conditions de réussite de la synchronisationdes chaleurs chez les vaches allaitantes. In: Pathologie et Nutrition, Journées Nationalesdes GTV, Paris, 1996, SNGTV, 203-210.
- 49.**GRIMARD B, HUMBLLOT P, MIALOT JP, PONTER AA, CHASTANT S. Efficacité destraitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. INRA Prod. Anim., 2003, **16**,211-227.
- 50.**HADDADA B, PONTER AA, GRIMARD B, CONSTANT F, DELETANG F, MIALOTJP. Induction et synchronisation des chaleurs par le PRID chez des vaches Santa Gertrudisaprès vêlage tardif au Maroc. Rec. Med. Vet., 2002, **153**, 647-652.
- 51.**HANZEN C, LAURENT Y. Applications des progestagènes au traitement de l'anoestrusfonctionnel dans l'espèce bovine. Ann. Med. Vet., 1991, **135**, 547-557.

- 52.**HANZEN C, LOURTIE O, DRION PV. Le développement folliculaire chez la vache : IAspectsmorphologiques et cinétiques. Ann. Med. Vet., 2000, **144**, 223-235.
- 53.**HUMBLOT P, GRIMARD B. Spécial synchronisation des chaleurs en élevage allaitant.UNCEIA MEDIA, 1993, **16**, 1-9.
- 54.**HUMBLOT P, THIBIER M. Apport des dosages hormonaux dans le diagnostic et le traitement des problèmes de reproduction chez la vache. Bull. Soc. Vét. Prat. de France,1993, **77**, 237-265.
- 55.**HUMBLOT P, GRIMARD B. Endocrinologie du post-partum et facteurs influençant le rétablissement de l'activité ovarienne chez la vache. Le point vétérinaire, Numérospecial,1996, **28**, 917-925.
- 56.**HUMBLOT P, GRIMARD B, RIBON O, KHIREDINE B, DERVISHI V, THIBIER M.Sources of variation of post-partum cyclicity, ovulation and pregnancy rates in primiparous Charolais cows treated with norgestomet implants and PMSG. Theriogenology, 1996, **46**, 1085-1096.
- 57.**ITEB. Courbes d'objectif d'état d'engraissement des vaches laitières pie noires. Institut de l'élevage chambre d'agriculture Bretagne et Pays de la Loire, EDE Bretagne et Pays de la Loire. Technipel Edition, Paris, 1993, 6 pages.
- 58.**KABANDANA F, GRIMARD B, HUMBLOT P, THIBIER M. Effet d'une supplémentation alimentaire sur l'efficacité des traitements d'induction et de synchronisation de l'oestrus chez la vache allaitante : références particulières aux primipares non cyclées. Elevage et insémination, 1993, **258**, 1-26.
- 59.**KASTELIC JP, OLSON WO, MARTINEZ M, COOK RB, MAPLETOFT RJ.Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. Can. Vet.J., 1999, **40**, 173-178.
- 60.**LE BLANC SJ, DIFFIELD TF, LESLIE KE, BATEMAN KG, KEEFE GP, WALTON JS, et al. Defining and diagnosing post partum clinical endometritis and its impact on reproductive

performance in dairy cows. J. Dairy Sci., 2002, **85**, 2223-2236.

- 61.** LOEFFLER SH, VRIES MJ, SCHUKKEN YH. The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. J. Dairy Sci., 1999, **82**, 2589-2604.
- 62.** LUCY MC, BILLINGS HJ, BUTLER WR, EHNIS LR, FIELDS MJ, KESLER DJ, et al. Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF 2α for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, periparturient beef heifers, and dairy heifers. J. Anim. Sci., 2001, **79**, 982-995.
- 63.** MAYER E. Relations entre alimentation et infécondité. Bull. Group. Tech. Vet., 1978, **132**, 1-25.
- 64.** MEE MO, STEVENSON JS, ALEXANDER BM, SASSER RG. Administration of GnRH at estrus influences pregnancy rates, serum concentrations of LH, FSH, estradiol-17 beta, pregnancy-specific protein B, and progesterone, proportion of luteal cell types, and in vitro production of progesterone in dairy cows. J. Anim. Sci., 1993, **71**, 185-98.
- 65.** MIALOT JP, CHASTANT-MAILLARD S, REMY D. Reproduction bovine : infertilité femelle. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de reproduction animale. 88 pages.
- 66.** MIALOT JP, NOEL F, PUYALTO C, LAUMONIER G, SAUVEROCHE B. Traitement de l'anoestrus post-partum chez la vache laitière par le CIDR-E ou la prostaglandine F 2α . Bull. Group. Tech. Vét., 1998, **2**, 29-38.
- 67.** MIALOT JP, PONSART C, PONTER AA, GRIMARD B. L'anoestrus post-partum chez les bovins : thérapeutique raisonnée. In: Journées Nationales des GTV, Tours, 1998, SNGTV, 71-77.
- 68.** MIALOT JP, CONSTANT F, CHASTANT-MAILLARD S, PONTER AA, GRIMARD B. La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications. In

:Société Française de Buiatrie, 2001, Paris 28-30 novembre 2001, 163-168.

- 69.**MIHM M, BAGUISI A, BOLAND MP, ROCHE JF. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J. Reprod. Fert.*,1994, **102**, 123-130.
- 70.**MONTIEL F, AHUJA C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Anim. Reprod. Sci.*, 2005, **85**, 1-26.
- 71.**MOREIRA F, RISCO C, PIRES MFA, AMBROSE JD, DROST M, DELORENZO M, et al. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, 2000, **53**, 1305-1319.
- 72.**MURUGAVEL K, YANIZ JL, SANTOLARIA P, LOPEZ-BEJAR M, LOPEZ-GATIUS F. Luteal activity at the onset of a timed insemination protocol affects reproductive outcome in early postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 2003, **60**, 583-593.
- 73.**ODDE KG. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.*,1990, **68**, 817-830.
- 74.**OPSOMER G, GROHN YT, HERTL J, CORYN M, DELUYKER H, DE KRUIF A. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in belgium: a field study. *Theriogenology*, 2000, **53**, 841-857.
- 75.**PENNY CD, LOWMAN BG, SCOTT NA, SCOTT PR. Repeated oestrus synchrony and fixed time artificial insemination in beef cows. *Vet. Rec.*, 1997, **5**, 496-498.
- 76.**PETERS AR, LAMMING GE. Regulation of ovarian function in the post partum cow: An endocrine model. *Vet. Rec.*, 1986, **118**, 236-239.
- 77.**PETERS AR, BALL PJH. *Reproduction in cattle*.2nd ed., 1995, 234 p.

- 78.**PETIT M, CHUPIN D, PELOT J. Analyse de l'activité ovarienne des femelles bovines.In: Physiologie et pathologie de la reproduction, ITEB Paris, 1977, 22-28.
- 79.**PICARD-HAGEN N, HUMBLLOT P, BERTHELOT X. Principes et facteurs de variation des résultats. Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie, 2005, **36**, 28-31.
- 80.**PICARD-HAGEN N, HUMBLLOT P, BERTHELOT X. Le point sur les protocoles actuels de synchronisation. Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie, 2005, **36**, 32-36.
- 81.**PONSART C, SANAA M, HUMBLLOT P, GRIMARD B, JEANGUYOT N, PONTER AA, et al. Variation factors of pregnancy rates after oestrus synchronization treatment in French Charolais beef cows. Vet. Res., 1996, **27**, 227-239.
- 82.**RETY N. Relation entre la fertilité et la production laitière dans les troupeaux de vaches Holstein en Loire-Atlantique. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1994, 85 pages.
- 83.**RIBON O. Contribution à l'étude de facteurs de variation de la synchronisation des chaleurs des vaches primipares allaitantes charolaises.ThèseMéd.Vét.,Alfort, 1996, 128 pages.
- 84.**ROYAL MD, DARWASH AO, FLINT APF, WEBB R, WOOLLIAMS JA, LAMMING GE. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. Anim. Sci., 2000, **70**, 487-501.
- 85.**RYAN DP, SNIJDERS S, YAAKUB H, O'FARRELL KJ. An evaluation of estrus synchronization programs in reproductive management of dairy herds. J. Anim. Sci., 1995,**73**, 3687-3695.
- 86.**SAINT-DIZIER M. La détection des chaleurs chez la vache. Le point vétérinaire, N° Spécial Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie, 2005, **36**, 22-27.

- 87.**SAIVES H. Facteurs de variation de la cyclicité avant traitement et de la fertilité à l'oestrus induit de primipares Limousines : relations avec des paramètres métaboliques témoins du statut énergétique. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1998, 72 pages.
- 88.**SAS 2004. Technical report : release 9.1, SAS Institute Inc., Cary NC, 2004.
- 89.**SAVIO JD, BOLAND MP, ROCHE JF. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows. J. Reprod. Fert., 1990, **88**, 581-591.
- 90.**SHELDON IM, NOAKES DE, RYCROFT AN, PFEIFFER DU, DOBSON H. Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. Reproduction, 2002, **123**, 837-845.
- 91.**SMITH MW, STEVENSON JS. Fate of dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin F_{2α} and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. J. Anim. Sci., 1995, **73**, 3743-3751.
- 92.**SPITZER JC, NISWENDER GD, SEIDEL GE, JR., WILTBANK JN. Fertilization and blood levels of progesterone and LH in beef heifers on a restricted energy diet. J. Anim. Sci., 1978, **46**, 1071-1077.
- 93.**STEVENSON JS, SMITH JF, HAWKINS DE. Reproductive outcomes for dairy heifers treated with combinations of prostaglandin F_{2α}, Norgestomet, and gonadotropin-releasing hormone. J. Dairy Sci., 2000, **83**, 2008-2015.
- 94.**THIBAULT C, LEVASSEUR MC. In: La reproduction chez les mammifères et l'homme. Paris, 1991, INRA, 768 pages.
- 95.**TWAGIRAMUNGU H, GUILBAULT LA, DUFOUR JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the

precision of estrus in cattle: a review. J. Anim. Sci., 1995, **73**, 3141-3151.

- 96.** VAGNEUR M. Relation nutrition fertilité chez la vache laitière. Bull. Group. Tech. Vet., 1994, **490**, 133-139.
- 97.** VIGNIER CH. Contribution à l'étude de l'infertilité à chaleurs normales des vaches laitières. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1999, 83 pages.
- 98.** WILLIAMS GL. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. J. Anim. Sci., 1990, **68**, 831-852.
- 99.** WISHART DF, YOUNG IM, DREW SB. Fertility of norgestomet treated dairy heifers. Vet. Rec., 1977, **100**, 417-420.
- 100.** WOLFENSON D, ROTH Z, MEIDAN R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci., 2000, **60-61**, 535-547.
- 101.** XU ZZ, BURTON LJ. Estrus synchronization of lactating dairy cows with GnRH, progesterone, and prostaglandin F_{2α}. J. Dairy Sci., 2000, **83**, 471-476.
- 102.** APPLEYARD, W.T. and COOK, B. (1976) Vet. Rec. 99:253-256
BOYD, H. and MUNRO, C.D. (1979) Vet. Rec. 104: 341-343
BULMAN, D.C. and LAMMING, G.E. (1978) J. Reprod. Fert. 54: 147-458.
- 103.** DREW, S.B., GOULD, C.M. and BULMAN, D.C. (1978) Vet. Rec. 103: 259-262.
- 104.** LAMMING, G.E. and BULMAN, D.C. (1976) Br. Vet. J. 132: 507-517.
- 105.** REIMERS, T.J., SMITH, R.D. & FOOTE, R.H. (1980). Proc. XI Int. Congr. Diseases of Cattle, Tel-Aviv 11. 906-913
ROCHE, J.F. (1976) Sixth Richards - Orpen Memorial Lecture.

- 106.** ÄNGGÅRD, E., LARSSON, C., 1971. The sequence of the early steps in the metabolism of prostaglandin E1. *Eur. J. Pharmacol.* **14**, 66–70.
- 107.** AT-TARAS, E.E., SPAHR, S.L., 2001. Detection and Characterization of Estrus in Dairy Cattle with an Electronic Heatmount Detector and an Electronic Activity Tag. *J. Dairy Sci.* **84**, 792–798.
- 108.** BASU, S., KINDAHL, H., 1987. Prostaglandin biosynthesis and its regulation in the bovine endometrium: A comparison between nonpregnant and pregnant status. *Theriogenology* **28**, 175–193.
- 109.** BOLOCAN, E., 2009. Effects of heat stress on sexual behavior in heifers. *Lucraristiintificezootehniesibiotehnologii* **41**, 141–148.
- 110.** BOYLE, L.A., MEE, J.F., KIERNAN, P.J., 2007. The effect of rubber versus concrete passageways in cubicle housing on claw health and reproduction of pluriparous dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **106**, 1–12.
- 111.** BRITT, J.H., SCOTT, R.G., ARMSTRONG, J.D., WHITACRE, M.D., 1986. Determinants of Estrous Behavior in Lactating Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* **69**, 2195–2202.
- 112.** BRULE, A., TOCZE, C., MOUNAIX, B. Les boïteries chez les vaches laitières : fréquence d'observation et facteurs de risques dans deux systèmes de logement. Presented at the Rencontres Recherche Ruminants, 8 et 9 décembre, Paris, 2010, p 99.
- 113.** CHAUHAN, F.S., MGONGO, F.O.K., KESSY, B.M., GOMBE, S., 1986. Effects of intravulvo- submucosal cloprostenol injections on hormonal profiles and fertility in subestrous cattle. *Theriogenology* **26**, 69–75.
- 114.** CHAUHAN, F.S., SHARMA, R.D., SINGH, G.B., 1982. Responses of different doses of prostaglandin F2 alpha on estrus induction, fertility and progesterone levels in subestrous buffaloes. *Theriogenology* **17**, 247–253.

- 115.** CHEBEL, R.C., SANTOS, J.E.P., RUTIGLIANO, H.M., CERRI, R.L.A., 2007. Efficacy of an injection of dinoprosttromethamine when given subcutaneously on luteal regression in lactating Holstein cows. *Theriogenology* **67**, 590–597.
- 116.** CORNU, P. Les pathologies ovariennes de la vache (Doctorat Vétérinaire). Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Toulouse, 2012, n°18, 159p.
- 117.** CROWE, M.A., 2008. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reprod. Domest. Anim. Zuchthyg.* **43** Suppl 5, 20–28.
- 118.** CUERVO-ARANGO, J., GARCIA-ROSELLE, E., GARCIA-MUNOZ, A., VALLDECABRES-TORRES, X., MARTINEZ-ROS, P., GONZALEZ-BULNES, A., 2011. The effect of a single high dose of PGF 2α administered to dairy cattle 3.5 days after ovulation on luteal function, morphology, and follicular dynamics. *Theriogenology* **76**, 1736–1743.
- 119.** CUTULLIC, E., DELABY, L., CAUSEUR, D., MICHEL, G., DISENHAUS, C., 2009. Hierarchy of factors affecting behavioural signs used for oestrus detection of Holstein and Normande dairy cows in a seasonal calving system. *Anim. Reprod. Sci.* **113**, 22–37.
- 120.** DISENHAUS, C., CUTULLIC, E., FRERETS, S., PACCARD, P., PONSART, C., 2010. Vers une cohérence des pratiques de détection des chaleurs : intégrer la vache, l'éleveur et le système d'élevage. Presented at the Rencontres Recherche Ruminants, 8 et 9 décembre, Paris, 2010 pp. 113–120.
- 121.** DRION, P.V., BECKERS, J.F., DERKENNE, F., HANZEN, C., 2000. Le développement folliculaire chez la vache : 2. Mécanismes hormonaux au cours du cycle et du postpartum. *Annales de Médecine Vétérinaire*, **144**, 385–404.
- 122.** DRION, P.V., BECKERS, J.F., ECTORS, F.J., HANZEN, C., HOUTIN, J.Y., LONERGAN, P., 1996. Régulation de la croissance folliculaire et lutéale : 1. Folliculogénèse et atresie. *Le Point Vétérinaire*, numéro spécial "Reproduction des Ruminants" **28**, 37–47.

- 123.** ENJALBERT, F., 2005. Alimentation et reproduction : carence en oligo-éléments ou en vitamines. *Le Point Vétérinaire*, numéro spécial "Reproduction des Ruminants : maîtrise des cycles et pathologie" **36**, 106–110.
- 124.** FIENI, F., TAINTURIER, D., BRUYAS, J.F., BATTUT, I., 1995. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache. *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaire*, **4**, 35–49.
- 125.** FOLMAN, Y., KAIM, M., HERZ, Z., ROSENBERG, M., 1990. Comparison of Methods for the Synchronization of Estrous Cycles in Dairy Cows. 2. Effects of Progesterone and Parity on Conception. *J. Dairy Sci.* **73**, 2817–2825.
- 126.** FORDE, N., BELTMAN, M.E., LONERGAN, P., DISKIN, M., ROCHE, J.F., CROWE, M.A., 2011. Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* **124**, 163–169.
- 127.** FROMENT, P. Note d'état corporel et reproduction chez la vache (Doctorat Vétérinaire). Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, 2007, n°98, 126p.
- 128.** FULKERSON, W.J., 1984. Reproduction in dairy cattle: Effect of age, cow condition, production level, calving-to-first-service interval and the "male". *Anim. Reprod. Sci.* **7**, 305–314.
- 129.** GARCIA-WINDER, M.J., GALLEGOS-SANCHEZ, J., 1991. Estrus synchronization in Holstein cows using reduced doses of prostaglandin F(2)alpha. *Theriogenology* **36**, 191–199.
- 130.** GRIMARD, B., 2005. Les anomalies de reprise de la cyclicité après le vêlage. *Le Point Vétérinaire*, numéro spécial "Reproduction des Ruminants : maîtrise des cycles et pathologie" **28**, 16–21.
- 131.** GRIMARD, B., HUMBLLOT, P., PONTER, A.A., CHASTANT-MAILLARD, S., CONSTANT, F., MIALOT, J.P., 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *INRA Productions Animales* **16**, 211–227.

- 132.** HANZEN, C., BOUDRY, B., DRION, P.V., 2003. Induction et synchronisation de l'oestrus par la PGF2-alpha. *Le Point Vétérinaire* **34**, 22–23.
- 133.** HANZEN, C., LOURTIE, O., DRION, P.V., 2000. Développement folliculaire chez la vache, aspects morphologiques et cinétiques. *Annales de Médecine Vétérinaire* **144**, 223–2335.
- 134.** HETREAU, T., JACQUOT, M., LETORT, A., 2010. Evolution des comportements sociaux des vaches laitières selon les conditions de logement. Presented at the Rencontres Recherche Ruminants, 8 et 9 décembre, Paris, 2010, p. 276.
- 135.** Institut national de recherches et d'applications pédagogiques (France). *Reproduction des mammifères d'élevage*. Foucher, Paris, 1988, 128-129.
- 136.** KERBRAT, S., DISENHAUS, C., 2004. A proposition for an updated behavioural characterisation of the oestrus period in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **87**, 223–238.
- 137.** LE MEZENC, P., BARBAT-LETERRIER, A., BARBIER, S., DE CREMOUX, R., GION, A., PONSART, C., 2010. Fertilité et génétique : la réconciliation. *BTIA*, **137**, 29–32.
- 138.** LEAN, I.J., PORTER, J.A., RABIEE, A.R., MORGAN, W.F., TRANTER, W.P., MOSS, N., RHEINBERGER, R.J., 2003. Comparison of effects of GnRH and prostaglandin in combination, and prostaglandin on conception rates and time to conception in dairy cows. *Aust. Vet. J.* **81**, 488–493.
- 139.** LOPEZ, H., SATTER, L., WILTBANK, M., 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* **81**, 209–223.
- 140.** LOPEZ-GATIUS, F., MIRZAEI, A., SANTOLARIA, P., BECH-SABAT, G., NOGAREDA, C., GARCIA-ISPIERTO, I., HANZEN, C., YANIZ, J.L., 2008. Factors affecting the response to the specific treatment of several forms of clinical anestrus in high producing dairy cows. *Theriogenology* **69**, 1095–1103.